平成２２年度

環境技術実証事業
自然地域トイレし尿処理技術分野

自然地域トイレし尿処理技術
実証試験[経年実証試験]報告書

平成２３年3月

実　証　機　関　：　財団法人　日本環境衛生センター

環境技術開発者　：　株式会社　リンフォース

技術・製品の名称　：　洗浄水循環式し尿処理システム

(水不要－生物処理－土壌方式)

《目　次》

１．趣旨と目的

「環境技術実証事業」山岳トイレ技術分野は、平成１５年度より環境省の新規事業として始まった(このうち、平成１５～１９年度は「モデル事業」)。山岳トイレし尿処理技術実証試験は、既に実用化段階にある先進的な技術について、その環境保全効果を第三者が客観的に実証し、情報公開する事業であり、本技術の実証手法･体制の確立を図るとともに、山岳地などの自然地域の環境に資する適正なトイレし尿処理技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展を促すことを目的としている。なお、平成２２年度より、「山岳トイレ技術分野」はその対象を山岳地域に限定せず、インフラ整備が不十分な自然地域全般を対象にする意味合いから、その名称を「自然地域トイレし尿処理技術分野」としている。

財団法人日本環境衛生センターは、平成２２年度自然地域トイレし尿処理技術分野の実証機関として実証事業に参加し、「経年実証試験」を実施した。経年実証試験は、従来の実証試験では困難とされていた長期的視野(長期安定的な処理、経年的なトラブルや劣化、その他)からの実証を行うもので、平成２２年度より新設された。経年実証試験は、既に実証番号が交付され、かつ実証試験が終了してから2年以上を経過した技術が対象となる。

本実証技術のように電気･水道等のインフラが不十分な地域においても設置･稼動が可能で、かつ、周辺に放流しないクローズドタイプのトイレ技術は、インフラ整備が不十分な自然観光地域を中心に普及していくことが期待され、設置後も長期間にわたり安定して性能を発揮することが求められる。本実証試験の結果を広く情報公開することで、自然地域トイレの導入を検討している者(オーナー、自治体、その他)にとって有効な参考資料となり、これら技術の普及および適正な維持管理の徹底につながることが期待される。

２．実証試験の概要

実証試験の概要を表2-1に示す。

表 2-1　実証試験の概要

項　目	内　　容
予備調査期間	平成21年12月～22年12月
実証試験期間	平成22年8月13日～22年12月15日
実証試験場所	神奈川県秦野市三廻部地内 鍋割山山岳公衆ﾄｲﾚ
実証機関	財団法人　日本環境衛生センター 〒210-0828　神奈川県川崎市川崎区四谷上町11-15 TEL:044-287-3251　FAX:044-287-3255
実証申請者	株式会社　ﾘﾝﾌｫｰｽ 〒248-0022　神奈川県鎌倉市常盤258 TEL:0467-33-0500　FAX:0467-33-0501
実証対象装置 (し尿処理方式)	洗浄水循環式し尿処理システム (水使用－生物処理－土壌方式)

３．実証試験場所

3-1.試験場所の概要

当該調査地の鍋割山山岳公衆ﾄｲﾚは、神奈川県西北部に横たわる面積約4万haにおよぶ丹沢山地の中央部、標高1,273mの鍋割山の山頂に位置している。

当該調査地周辺の地形はなだらかな山頂地形であり、地質は丹沢層群塔ノ岳亜層群寄沢層に分類される。また、現存植生はブナクラス域の山地低木ーマント群落であるｲﾄｽゲーﾘｮウブ群集および登山者の踏圧等に伴う人口裸地が占有している(神奈川県, 1997. 丹沢大山自然環境総合調査報告書)。

丹沢山地は、都心からわずか50kmという首都圏の一角に位置しながらもブナやモミの原生林が存在しているほか大型野生動物が生息するなど、豊かな自然が残されていることから、年間を通じて、県内はもとより首都圏からたくさんの登山者が訪れ、その数は年間100万人とも推計されている。(生活科学情報センター, 1995. 余暇･レジャー総合統計年報、神奈川県, 1997. 丹沢大山自然環境総合調査報告書)

鍋割山は表丹沢と西丹沢の境に位置し、通年営業を行っている山小屋の鍋割山荘があることから訪れる登山者も多く、この大半が鍋割山山岳公衆ﾄｲﾚを利用している。



図 3-1-1　実証試験場所へのアクセス

3-2.実施場所の諸条件

以下に実証装置設置場所の自然･社会条件を示す。

①標　　高 ： 1,273m
②所 在 地 ： 神奈川県秦野市三廻部地内
③気　　温 ： 表3-2-1及び図3-2-1参照
④降 水 量 ： 表3-2-1及び図3-2-2参照
⑤商用電源 ： なし
⑥水　　　 ： 雨水のみ
⑦地　　形 ： 山頂地形。丹沢層群塔ノ岳亜層群寄沢層
⑧法 規 制 ： 国定公園第2種特別地域
⑨トイレ供用開始 ： 平成15年10月29日
⑩トイレの使用期間 ： 通年

表 3-2-1　鍋割山気象データ(平成20年度)

平成	気温			降雨量	
	平均値 日平均 (℃)	最高値 (℃)	最低値 (℃)	月合計 (㎜)	日最高 (㎜)
20年　4月	6.5	14.1	-2.6	314.0	201.0
5月	10.2	20.3	0.9	320.5	83.0
6月	13.6	20.0	8.3	221.0	68.5
7月	18.6	26.3	12.3	95.0	64.0
8月	18.7	26.1	11.6	515.5	168.5
9月	15.9	22.9	8.4	230.0	42.0
10月	12.1	17.5	3.9	68.0	27.0
11月	5.2	16.6	-4.3	66.5	29.0
12月	2.8	9.5	-4.9	54.5	28.0
21年　1月	-1.3	8.8	-9.1	117.0	49.0
2月	0.5	17.2	-8.3	45.0	14.5
3月	1.3	14.4	-6.2	134.0	38.5
平均値	8.7	17.8	0.8	181.8	67.8
最高値	18.7	26.3	12.3	515.5	201.0
最低値	-1.3	8.8	-9.1	45.0	14.5
合計量	—	—	—	2,181.0	—

※神奈川県(自然環境保全センター)HPより

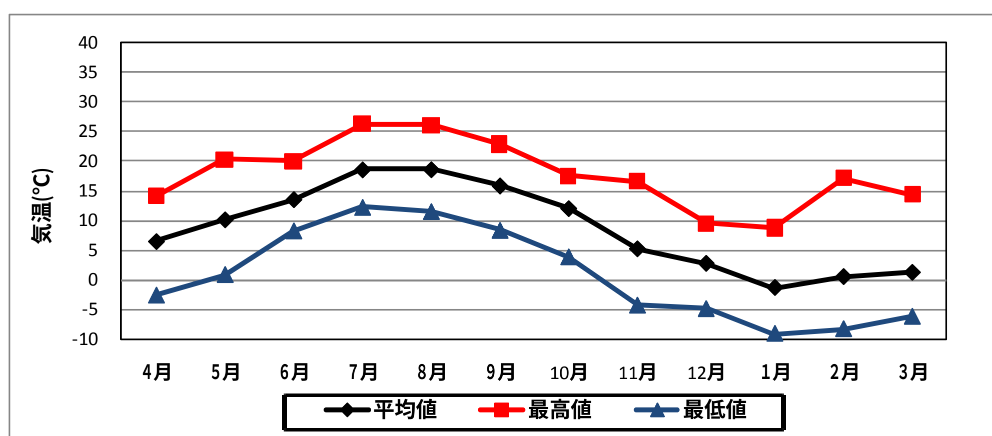


図 3-2-1　鍋割山気温データ(平成20年度)

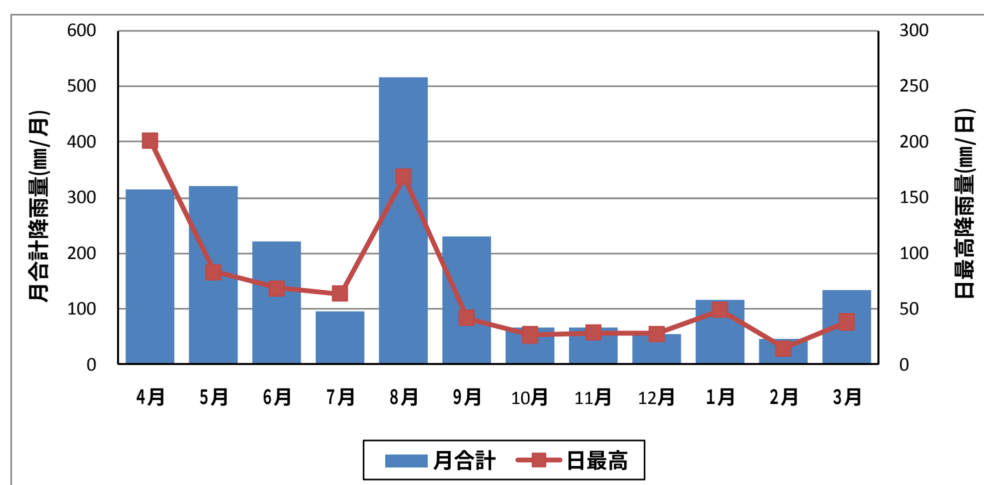


図 3-2-2　鍋割山降水量データ(平成20年度)

４．実証装置の概要

4-1.実証装置の特徴と処理フロー

（１）土壌処理方式の一般的特徴と技術概要

土壌処理方式は、土壌粒子の吸着能力やろ過作用、あるいは土壌微生物の代謝作用等を利用して汚水を浄化する方式である。適切な条件下においては有機物のほか、ある程度の窒素やりん等の除去も期待できる。設置の際には、土壌処理装置を埋設するための比較的大きな面積が必要とされる。

装置は前段の固液分離装置、後段の土壌処理装置で構成される。固液分離装置は土壌処理装置における処理機能の悪化要因(目詰まりや流入負荷過多等)を防止する目的で設置され、沈殿分離法や嫌気性微生物による可溶化(場合によっては酵素剤等を使用)効果を利用する方法等が一般的に採用されている。固液分離装置の処理水は土壌処理装置内に埋設されたトレンチ管(多孔性の散水管)を介して土壌層内に浸透させ、土壌処理後の処理水については土壌層底部に設けられた集水管により回収して便器の洗浄水等として循環利用される場合もある。土壌処理装置については前述したトレンチ管浸透方式のほか、土壌層底部で集水せず土壌層を処理水で満たした状態で平面的に通水を行う毛管浸潤方式、毛細管作用により土壌層の表面から処理水を大気中に蒸発散させる蒸発散方式等も実績がある。土壌処理装置は使用する土壌の物性によって処理機能が異なるため、装置メーカーにより特定の土壌を搬入することが多い。

一般的に液移送は自然流下で行い、処理自体には電源を必要としないものが多い。ただし、回収した処理水を便器洗浄水として循環利用する場合等には電力を要する場合もある。

（２）実証装置の特徴

一般的な土壌処理方式と比べた場合、本装置の技術的特徴は、沈殿分離法を用いた一次処理（固液分離）装置に、微生物製剤を添加して嫌気性微生物による汚泥の可容化を期待することにある。さらに、土壌層表面の降雨水がトレンチ内に浸透することを可能な限り避けるため、表面流出させた雨水は雨水浸透槽を経由して処理とは別系統で地下浸透処理させる構造となっている。

地下貯水槽に溜まった処理水は太陽エネルギーを用いて、トイレユニット(便器下)の洗浄水タンクにポンプ揚水し、便器に洗浄水として再利用される。本装置の概略フローシートを表4-1-1に示す。

表 4-1-1　　概 略 フ ロ ー シ ー ト

処　理　工　程	対象水槽･設備	処　　理　　目　　的
トイレユニット	洗浄水タン	･洗浄水の一時貯留。
	簡易水洗便器	—
消化・固液分離 （ 嫌気処理 ）	便槽兼腐敗槽	･し尿と洗浄水を便槽を兼ねた消化槽(腐敗槽)で一次処理する。
	接触消化槽	･浮遊物等を除去し、二次処理した処理水を土壌処理槽へ送る。
土 壌 処 理 （好気処理）	土壌処理槽	･土壌処理槽はプラスチックシートで囲まれており、外部への浸透漏れを防いでいる。 ･中には好気性菌を含む土壌が入っており、処理水を地表面に近い土壌中に毛細管浸潤という方法で送り込む。 ･処理水は土壌層を浸透していく過程で好気分解される。
	地下貯水槽	･土壌処理槽において浄化された処理水はプラスチックシート底面にある地下貯水槽に溜まり、洗浄水として再利用する。洗浄水タンクへは太陽光エネルギーを使用したポンプ揚水。

4-2.実証対象技術の仕様

実証試験対象技術の仕様、及び「鍋割山山岳公衆トイレ」に設置されている装置の仕様を表4-2-1～4-2-3及び図4-2-1～4-2-2に示す。

表 4-2-1 実証対象技術の仕様

企業名		株式会社 リンフォース	
技術名・装置名称		洗浄水循環式し尿処理システム ・ サンレット	
し尿処理方式		水不要－生物処理－土壌方式	
		特色	洗浄水再利用
型番		FT－Ⅱ	
製造企業名		株式会社 リンフォース	
連絡先	住所	〒248－0022 神奈川県鎌倉市常盤258	
	担当者	長谷川伸	
	連絡先	TEL:0467－33－0500 FAX:0467－33－0501	
	E-mail	hasegawa@reinforce.co.jp	
本体価格(円)		予算額:1,800万円 (トイレ・便槽・接触消化槽・土壌処理槽・太陽光パネル)	
設置条件	水	初期水のみ必要:4t	
	電気	必要:24kWh/日(DC) [太陽光パネル 120W×2枚]	
	道路	必要:数年毎に汚泥・スカムの搬出時に使用	
稼動条件	使用燃料	不要	
	使用資材	酵素(消化酵素、消臭酵素)	
	温度	適正稼動が可能な気温:0℃以上	
装置タイプ		トイレと処理装置隣接型	
サイズ		トイレ全体:56.95㎡(うち、処理装置部分41.55㎡)	
重量		処理装置のみ:38t	
処理能力	処理人数	平常時:100回/日(50L/日) 利用集中時:400回/日(200L/日)	
	排出原単位	0.5L/回(し尿:0.2L、洗浄水0.3L)	
	処理水質	洗浄水:BOD10ppm以下(処理水は蒸発散が主体)	
最終処分		発生汚泥:し尿処理施設で処理	
保証期間		3年	
償却期間		20年	
ランニングコスト		6,300円/月[酵素代(消化酵素、消臭酵素)]	
納入実績		58ヶ所	

表 4-2-2　実証対象装置

設備名称		鍋割山山岳公衆ﾄｲﾚ
設置場所	住所	神奈川県秦野市三廻部内
	設置場所	丹沢鍋割山 標高:1,273m
ﾄｲﾚ供用開始		平成15年10月29日
ﾄｲﾚ使用期間		通年
設置者		神奈川県　自然環境保全センター
維持管理者		鍋割山荘

表 4-2-3　実証対象装置の仕様及び処理能力

装置名称	装置名称	サンレット
	型式	FT－II
設置面積		56.95㎡(うち、土壌処理面積:41.34㎡)
便器数		合計:4 (男用 [大:1、小:1] 女用 [洋式:1、和式:1] 共用 [なし])
処理能力等 (設計･仕様)	利用人数	平常時:100回/日 利用集中時:400回/日
	処理性能	洗浄水(処理水):BOD10ppm以下
	必要水量	初期水のみ必要:4t
	必要電力	50W(DC24V)、消費電力量:0.025kWh/月
	必要燃料	電力源として太陽光パネル2枚(50W)
	必要資材	酵素剤:消化酵素、消臭酵素
	自然エネルギー	目的:洗浄水の揚水 機器:水中ポンプ 仕様:太陽光パネル(公称最大出力50W)
適正稼動が可能な気温範囲		0～35℃
専門管理の頻度		1回/年
搬出が必要な発生物	発生物の種類	汚泥
	発生物の量及び搬出頻度	稼動開始してから実績なし
	搬出方法	バキュームポンプ、ひしゃくによる汲出し
	搬出先	し尿処理施設

鍋割山
山岳公衆トイレ

住所：神奈川県秦野市

標高：１,２７３m

供用開始：平成１５年１０月２９日



○トイレ外観

トイレ名称板



トイレ案内板



エントランス



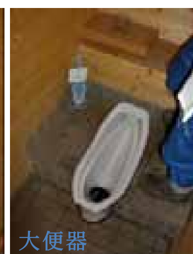
トップライト



○トイレ内部

男子側

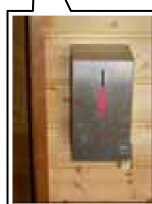




足踏ポン

共通･共用部

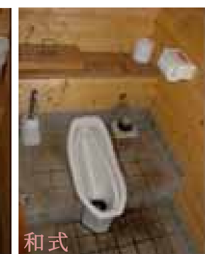




チップ箱

女子側







足踏ポンプ

○その他設備





図 4-2-1　実証対象装置(トイレ設備)

接触消化槽







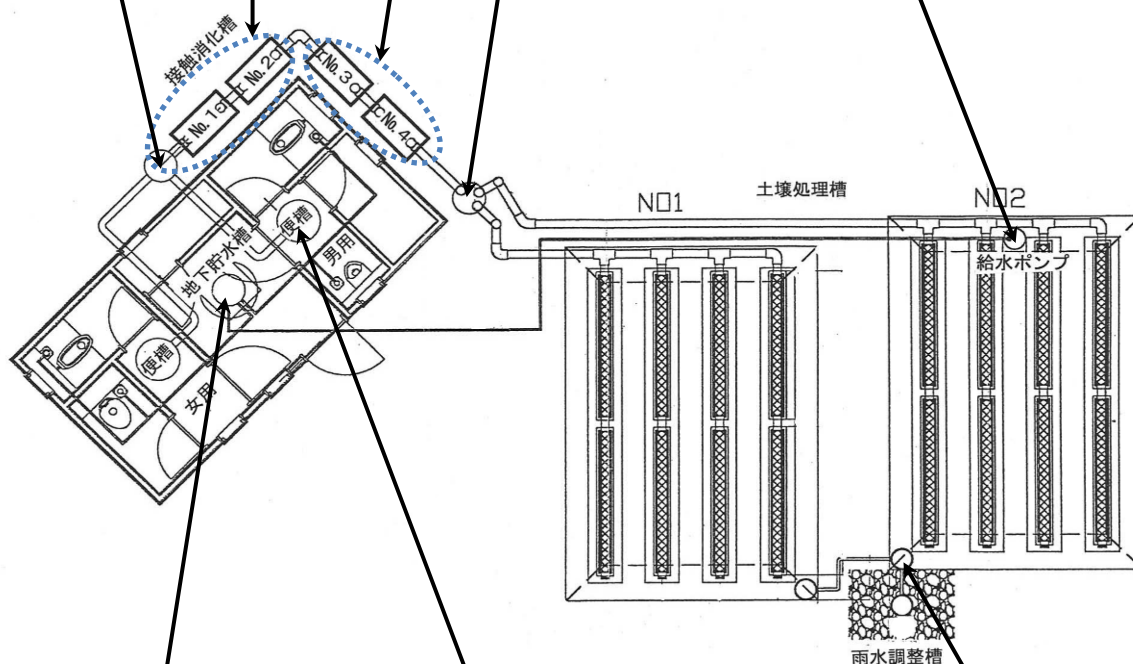


土壌処理槽



地下貯水槽(土壌処理槽内)





洗浄水タンク



腐敗槽(兼便槽)



雨水調整槽



図 4-2-2　実証対象トイレ(処理設備)

4-3.実証装置の設置・建設方法

本装置は、神奈川県が公衆ﾄｲﾚとして整備し、平成15年11月28日から供用開始しているものである。表4-3-1に実証装置の設置･建設方法概要を示す。

表 4-3-1　実証装置の設置･建設方法概要

No	項　目	内　　容
1	施工期間	平成15年7月3日～平成15年11月30日　(151日間)
2	施工方法	建築工事(軽量鉄骨造　平屋建て　建築面積15.4㎡) 衛生設備工事(土壌処理循環方式　男子小1大1　女子大2) 外溝工事 ﾍﾘ地上作業工、ﾍﾘ輸送
3	建設ｺｽﾄ	約4,200万円
4	搬入方法	ﾍﾘｺプターによる資材搬入

4-4.実証装置の運転・維持管理方法

ﾄｲﾚの維持管理は表4-4-1のとおり実施している。日常管理及び専門管理は鍋割山荘が実施している。なお、機器故障等のﾄﾗﾌﾞﾙ対応は製造ﾒｰｶｰである㈱ﾘﾝフォースが行うこととなっている。

表 4-4-1　運転･維持管理方法

項　目	担　当　機　関	方　　法
日常管理	鍋割山荘	ﾒｰｶｰが作成した維持管理マニュアルに従って実施
専門管理	鍋割山荘	ﾒｰｶｰが作成した維持管理マニュアルに従って実施
ﾄﾗﾌﾞﾙ対応	㈱ﾘﾝフォース	ﾒｰｶｰが作成した維持管理マニュアルに従って実施

4-5.実証装置の条件設定

(1) 利用者数制限

利用者数は時期(季節)等によって大きく変動するが、ピーク時においても本対象装置の設計能力を超えることはほとんどない。過去にオーバーユース等による使用制限を行った経緯はない。

(2) トイレットペーパー

使用済みﾄｲﾚｯﾄペーパーについては便槽へ投入せず、持ち帰る方式としている。

５．実証試験方法

5-1.実証試験の実施体制

自然地域トイレし尿処理技術分野における実証試験実施体制を図5-1-1に示す。また、参加組織連絡先を表5-1-1～5-1-2に示す。

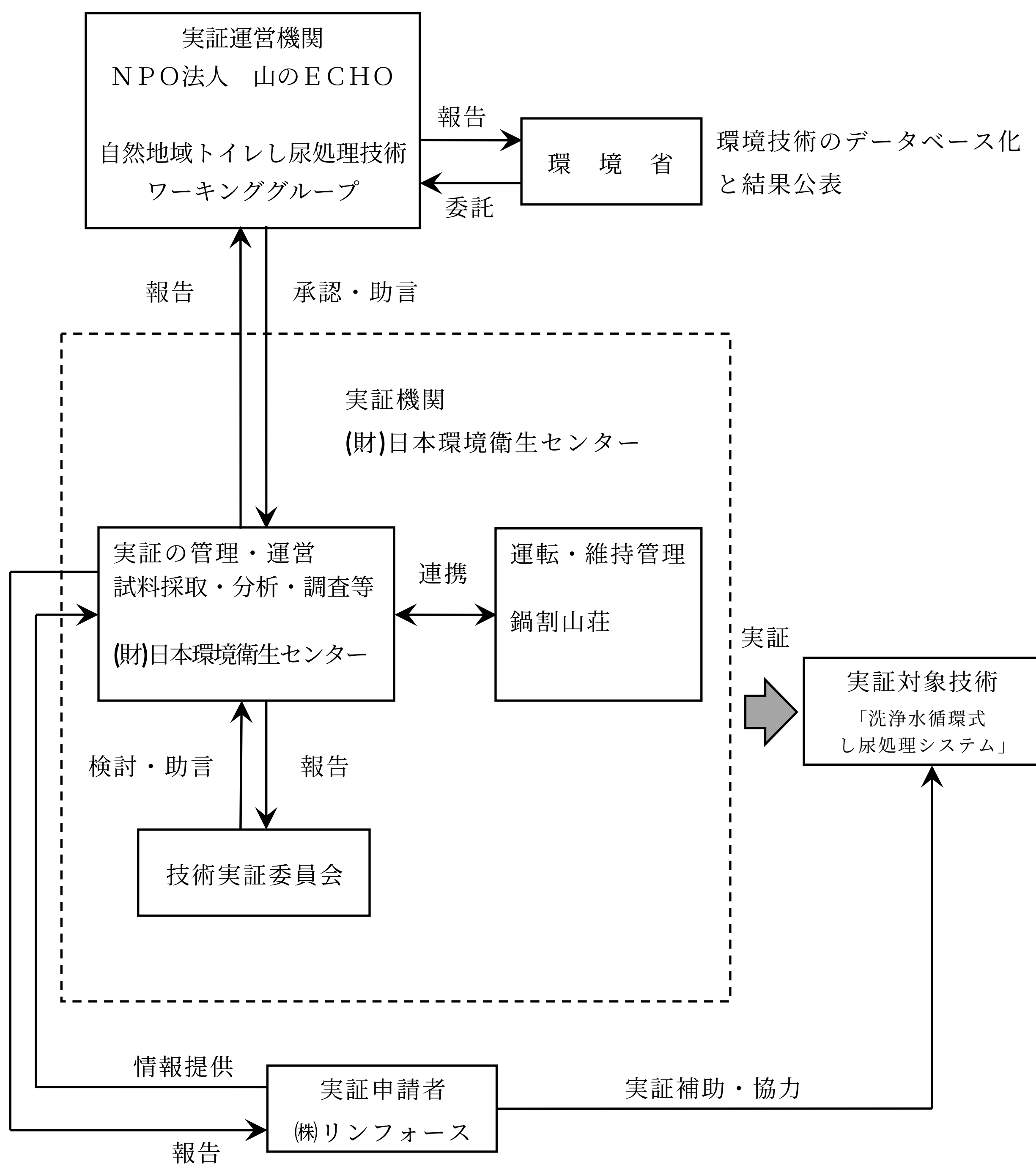


図 5-1-1　　実 施 体 制 図

表 5-1-1　参加組織一覧及び連絡先

実証運営機関	特別非営利活動法人　山のＥＣＨＯ 〒105-0001　東京都港区虎ノ門1－11－7第2文成ビル3階 TEL:03-3580-7179　FAX:03-3580-7176 永原　龍典　E-MAIL:r_nagahara@yama-echo.org
実証機関	財団法人　日本環境衛生センター 〒210-0828　神奈川県川崎市川崎区四谷上町11－15 東日本支局環境工学部環境施設課 TEL:044-287-3251　FAX:044-287-3255 岡崎　貴之　E-MAIL:okazaki@jesc.or.jp
実証試験協力機関	神奈川県自然環境保全センター(設置者、管理者) 〒243-0121　神奈川県厚木市七沢657 TEL:046-248-6682　FAX:046-248-2560
	鍋割山荘(維持管理者) 〒259-1325　神奈川県秦野市萩ヶ丘8-33 TEL:090-3109-3737
実証申請者	株式会社　ﾘﾝﾌｫｰｽ 〒248-0022　神奈川県鎌倉市常盤258 TEL:0467-33-0500　FAX:0467-33-0501 長谷川　伸　E-MAIL:hasegawa@reinforce.co.jp

表 5-1-2　技術実証委員会

委員会事務局 (実証機関)	財団法人　日本環境衛生センター 〒210-0828　神奈川県川崎市四谷上町11-15 環境工学部環境施設課　担当:岡崎　貴之 TEL:044-287-3251　FAX:044-287-3255
技術実証委員	青井　透　(委員長):群馬工業高等専門学校教授
	石原　光倫:財団法人日本建築センター評定部設備防災課長
	木村　茂雄:神奈川工科大学工学部機械工学科教授
	鈴木　富雄:(前)長野県環境保全研究所専門研究員

5-2.役割分担

実証試験実施に関わる各機関の役割を以下に示す。

（１）環境省

①事業全体の運営管理及び実証手法･体制の確立に向けた総合的な検討を行う。

②環境省総合環境政策局長の委嘱により、「環境技術実証事業検討会」を設置する。
③実証対象技術分野を選定する。
④実証運営機関を選定する。
⑤実証機関を承認する。
⑥実証試験結果報告書を承認する。
⑦実証試験方法の技術開発を行う。
⑧実証試験結果等、関連情報をデータベースにより公表する。
⑨試験結果報告書を承認後、ロゴマーク及び実証番号を申請者に交付する。

（２）環境技術実証事業検討会(以下、「事業検討会」という。)

①環境省が行う事務をはじめとして、事業の実施に関する基本的事項について専門的知見に基づき検討及び助言を行う。
②事業の実施状況、成果について評価を行う。

（３）実証運営機関[ＮＰＯ法人 山のＣＨＯ]

①自然地域トイレし尿処理技術ワーキンググループ(以下、「ＷＧ」という。有識者[学識経験者、ユーザー代表等]により構成。原則公開で実施。)を設置する。
②実証試験要領を作成･改訂する。
③実証機関を選定する(予算の範囲内において複数設置することができる)。
④実証機関が審査した技術を承認する。
⑤実証機関に実証試験を委託する。
⑥実証申請者から実証試験にかかる手数料の項目設定と徴収を行う。
⑦必要に応じ、実証機関に対して実証試験計画の内容についての意見を述べる。
⑧実証試験結果報告書を環境省に報告し、承認を得る。
⑨必要に応じ、実証試験方法の技術開発を、環境省の代わりに行うことができる。
⑩「環境技術実証事業実施要領(第６版)第２部第５章２．」の当該技術分野における実証機関選定の観点に照らし、適切と認められた場合に限り、自ら実証機関の機能を兼ねることができる。
⑪環境省が当該事業に係わる広報事業等を実施する際には、実証運営機関は当該分野のとりまとめを行うことができる。
⑫実証申請者に対して、経年実証試験実施の要望を確認し、希望がある場合、申請を受け付け、実施の妥当性をＷＧに諮る。

（４）自然地域トイレし尿処理技術ＷＧ

①実証運営機関が行う事務のうち、実証試験要領の作成、実証機関の選定等について、専門的知見に基づき検討及び助言を行う。
②自然地域トイレし尿処理技術分野に関する事業の運営及び実証試験結果報告書に関

して助言を行う。

③当該分野に関する専門的知見に基づき、事業検討会を補佐する。

④より効果的な制度の構築のため、必要に応じ、ベンダー代表団体等も含めた拡大WG(ステークホルダー会議)を開催することができる。実証機関の選定手続きや拡大WGについては、議論の内容に企業秘密を含む場合があることから、非公開とすることができる。

(5) 実証機関［(財)日本環境衛生センター］

①環境省及び実証運営機関からの委託･請負により、実証試験を管理及び運営する。

②有識者(学識経験者、自治体、研究機関専門家等)で構成する技術実証委員会を設置し、運営する。

③実証手数料の詳細額を設定する。

④企業等から実証対象となる技術を公募する。

⑤技術実証委員会の助言を得つつ、申請技術の実証可能性を審査し、審査結果について実証運営機関の承認を得る。

⑥申請技術の審査結果は、当該技術の申請者に通知する。

⑦実証試験要領に基づき実証申請者と協議を行い、技術実証委員会で検討し、実証試験計画を作成する。

⑧実証試験要領及び実証試験計画に基づき、実証試験を実施する。そのための各種法令申請や土地の確保等の手続きについての業務を行う。

⑨実証申請者の作成した「取扱説明書及び維持管理要領書」等に基づき、実証装置の維持管理を行う。

⑩実証試験の一部を外部機関に委託する際は、外部機関の指導･監督を行う。

⑪技術実証委員会での検討を経た上で、実証試験結果報告書を取りまとめ、実証運営機関に報告する。

⑫装置の継続調査が必要と判断した場合、実証申請者の責任において調査を継続するよう実証申請者に助言することができる。

(6) 技術実証委員会

実証機関が行う「対象技術の公募･審査」、「実証試験計画の作成」、「実証試験の過程で発生した問題の対処」、「実証試験結果報告書の作成」、などについて、専門的知見に基づき検討･助言を行う。

(7) 実証申請者［(株)リンフォース］

①実証機関に、実証試験に参加するための申請を行う。

②実証試験にかかる手数料を実証運営機関に納付する。

③既存の試験データがある場合は、実証機関に提出する。

④実証試験計画の策定にあたり、実証機関と協議する。
⑤実証機関に対し、実証試験計画の内容について承諾した旨の文書を提出する。
⑥「専門管理者への維持管理要領書」、「日常管理者への取扱説明書」等を実証機関に提出する。
⑦実証試験実施場所に実証装置を設置する。
⑧原則として、実証対象装置の運搬、設置、運転及び維持管理、撤去に要する費用を負担する。また薬剤、消耗品、電力等の費用も負担する。
⑨既に設置してある装置については、必要に応じて、実証試験に必要な付帯機器・装置を設置する。
⑩実証試験計画に基づき、または実証機関の了承を得て、実証試験中に装置の操作や測定における補助を行う。
⑪機器の操作、維持管理に関し必要な訓練を受けた技術者を提供する。
⑫運転トラブルが発生した際は速やかに実証機関に報告し、実証機関の承認を得て、できれば立ち会いの上で、迅速に対処するとともに、対処状況を実証機関に報告する。
⑬実証試験結果報告書の作成において、実証機関の求めに応じて協力する。

（８）日常的な運転・維持管理者[鍋割山荘]

実証試験期間中の運転・維持管理は、実証申請者が作成する「日常管理者への取扱説明書」をもとに原則として実証機関が行う。ただし、既に供用開始している施設では、その施設管理者に、日常的に把握すべき稼働条件・状況や維持管理性能に関するデータ調査協力を依頼することが出来る。

その場合、実証データの信頼性・中立性を保持するために、施設管理者はトラブル等の異常時を除いて、実証申請者に連絡を取る場合はすべて実証機関を介することとする。

実証機関は、異常が発生した際には速やかに実証申請者に連絡をとり、実証申請者の示した定常運転状態に復帰させるように対処する。不測の事態の際には、実証機関は実証申請者とともに対応する。

（９）専門的な運転・維持管理者

実証試験期間中、適正に運転・維持管理するための定期的な保守点検、特殊清掃等の運転・維持管理は、実証申請者が作成する「専門管理者への維持管理要領書」をもとに実証機関が行う。専門的な運転・維持管理は、し尿処理に精通し、これら作業に慣れた組織・担当者が担当することとする。実証機関は必要に応じて、本業務を外部に委託することができる。

実証申請者は運転及び維持管理内容について、実際に作業する人と十分打合せを行い、作業方法を指導する必要がある。

5-3. 実証試験期間

本実証試験の実施期間は平成22年8月13日(金)に測定機材を設置してから、現地調査及び試料採取時までの期間とした。

現地調査及び試料採取は利用集中時後の条件で1回実施した。利用集中時を11月中旬から12月上旬と設定し、12月15日(木)に現地調査及び試料採取を行った。

年月／区分	平成22年 6	7	8	9	10	11	12	平成23年 1	2	3
	平常時					集中時		平常時		
山のＥＣＨＯ	経年実証試験予備調査（6月～12月）									
日本環境衛生センター	準備・機材設置 ● 8/13 水温・気温等測定（8月～12月） 現地調査・試料採取 ◎ 12/15 試料分析 結果の解析、報告書作成（1月～3月）									
実証委員会	第1回 ★ 7/23 第2回(現地) ★ 12/15 第3回 ★ 3/3									
維持管理者	アンケート（8月～12月） 設備運転・維持管理（6月～3月）									

図 5-3-1　実証試験の全体スケジュール

表 5-3-1　現地調査及び試料採取の実施スケジュール

稼 動 条 件	実 施 内 容	実 施 年 月 日
利用集中時後	現地調査 試料採取	平成22年12月15日

5-4.実証試験項目

本実証試験は表5-4-1に示す視点から調査を実施した。

表 5-4-1　土壌処理方式の実証視点

実証視点	調　査　者
(1) 稼動条件･状況	財団法人日本環境衛生センター
(2) 維持管理性能	
(3) 室内環境	
(4) 周辺環境への影響	
(5) 処理性能	

(１) 稼動条件・状況

対象技術となる装置が適正に稼動するための前提条件として想定される項目を表5-4-2に示す。実証データの算定にあたっては、日常管理者が把握するデータを基礎とする。カウンターはﾄｲﾚ入口(男女毎)、気温･湿度･大気圧のデータロガーはﾄｲﾚ建屋の北面壁(常時日陰)に設置した(図5-4-1)。

表 5-4-2　稼動条件･状況実証に関する項目の測定方法と頻度

分類項目	実証項目	測 定 方 法	頻度	調査者
処理能力	ﾄｲﾚ利用人数　(人)	利用者カウンターを設置して測定 [表5-4-3]	1回/週	財団法人日本環境衛生センター
気温等	ﾄｲﾚ設置場所 ①気温 ②湿度 ③大気圧 ④その他(雨量等)	自動計測器(データロガー)を設置して測定 [表5-4-4] 実証装置近傍に設置されている気象観測装置(神奈川県所管)のデータを使用 [表5-4-5]	1回/時	
汚泥	堆積状況　(cm)	汚泥堆積状況を記録	現地調査時	
	引抜量　(m^3)	汚泥引抜時に記録	引抜時	鍋割山荘
水	必要初期水量　(m^3)	―	―	
	補充水量　(m^3)	補充時に記録	補充時	
資材(酵素剤)	分解酵素　(kg)	使用量を随時記録	使用時	
	消臭酵素　(kg)	使用量を随時記録	使用時	

表 5-4-3　利用者カウンター

利用者カウンター	a.名称	簡易型利用者カウンター
	b.検出方式	省電力型モーションセンサー
	c.表示形式	液晶表示(0～999999):出入ダブルカウント
	d.検出距離	フード部～5m
	e.電源	3Vﾘチウムコイン電池(CR2032)×2

表 5-4-4　温度･湿度･大気圧記録計

気温･湿度･大気圧 データロガー	a.型式	TR－73U
	b.チャンネル	温度、湿度、大気圧各1チャンネル
	c.測定範囲	温度　:-10～60℃(内蔵センサ) 湿度　:0～50℃･10～95%RH(付属センサ) 大気圧:750～1,100hPa(内蔵センサ)
	d.測定表示	温度　:0.1℃単位 湿度　:1%RH 大気圧:0.1hPa
	e.測定精度	温度:平均±0.3℃
	f.動作環境	温度:-10～60℃ 湿度:90%RH以下(結露しないこと)
	g.記録容量	8,000データ×3チャンネル
	h.記録間隔	1･2･5･10･15･20･30秒／1･2･5･10･15･20･30･60分から選択
	i.寸法･重量	55(高)×78(巾)×18(厚)mm、62g(電池含む)
	j.使用電池	単3アルカリ電池×1本
	k.電池寿命	約10ヶ月

表 5-4-5　鍋割山気象観測装置

気象観測装置	a.計測	雨量計	0.5mm 転倒マス式(N-68)
		温度計	TY7810Pt100Ω
		日射計	SL-30
	d.記録･制御	データロガー	GreenKit80
	e.電源	太陽電池	55W
		蓄電池	DC12V, 80Ah
	g.通信	携帯電話	D504i (ムーバ 800Hz)
		外部アンテナ	ビームアンテナ

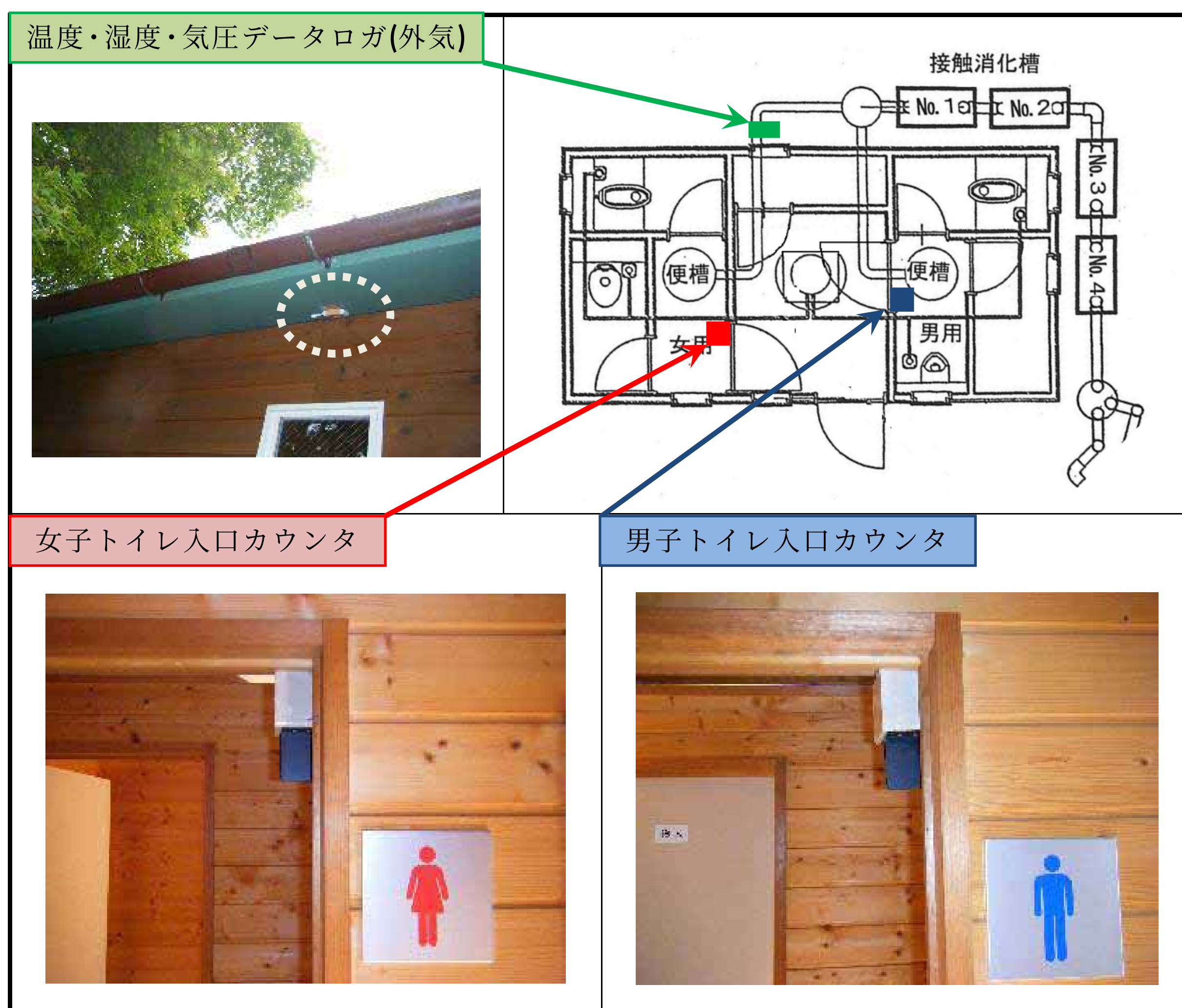


図 5-4-1　各計測機器の設置場所

(2) 維持管理性能

実証申請者が提出する日常管理者用の取扱説明書及び専門管理者用の維持管理要領書に沿って運転・管理を行い、管理作業全般について、その実施状況、実施の難易性、作業性、作業量等を総括的に判断し、報告書の作成を行うものとする。維持管理性能実証項目の記録方法及び頻度を表5-4-6に示す。

表 5-4-6　維持管理性能に関する実証項目の記録方法と頻度

分類項目	実証項目	記録方法	頻度	調査者
日常管理全般	作業内容 所要人員 所要時間 作業性等	日常管理チェックシートに記録	1回/日	鍋割山荘
専門管理全般		定期専門管理チェックシートに記録	現地 調査時	（財）日本環境衛生センター
トラブル対応		トラブル対応チェックシートに記録	発生時	鍋割山荘

(3) 室内環境

トイレを使用する利用者にとって、トイレブース内の空間が快適であることを実証する。また、実証試験期間中にはトイレ利用者へのアンケート調査を行い、室内環境に対する快適性･操作性に関する許容範囲を把握する。利用者室内環境に関する実証項目を表5-4-7に示す。

表 5-4-7 室内環境に関する実証項目

実証項目	方 法	頻 度	調 査 者
温度･湿度	自動計測器(データロガー)を設置して測定 [表5-4-4]	1回/時	財団法人日本環境衛生センター
臭気･換気	建屋内の臭気(調査者の感覚)を記録	現地調査時	
許容範囲	利用者へのアンケート調査を実施 ※調査項目 ①室内の臭いについて ②室内の明るさについて ③洗浄水について ④回答者の性別、年代 ⑤自由意見、その他	合計50人以上 (サンプル数)	

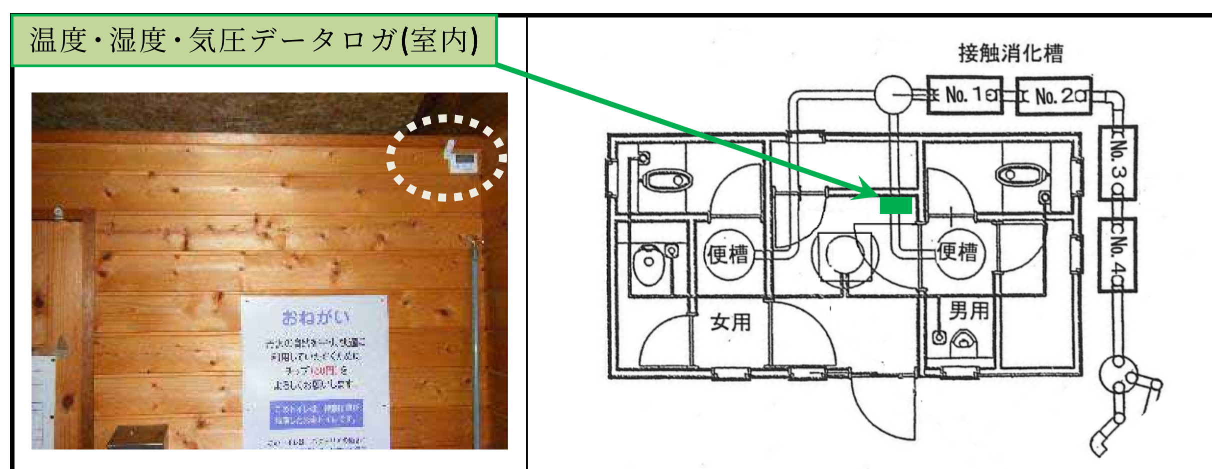


図 5-4-2 各計測機器の設置場所

(4) 周辺環境への影響

本装置における土壌処理装置の構造は図5-4-3に示すとおりである。装置下部及びその周囲は遮水シートで密閉化された構造であり、装置系外に汚水が流出しないことが基本であるが、大雨時等においては雨水とともに一部系外へ排出される可能性も否定できない。本試験では、経年的な土地改変状況の調査に加え、汚水の系外排出による周辺土壌汚染の有無を確認するため、周辺土壌の分析を行った。

表 5-4-8　周辺環境への影響に関する実証項目

実証項目	方　　法	頻　度	調　査　者
土地改変状況	建設当初の状況(図面等)及び現状を比較し、経年的な土地改変の有無について確認	現地調査時	財団法人日本環境衛生センター
周辺土壌の汚染	土壌処理装置周辺土壌を分析し、汚染の有無について確認	現地調査時	

表 5-4-9　土壌分析計画

試料名	分析項目	分析方法	調　査　者
土壌A(土壌処理装置近傍) 土壌B(比較対象土壌)	･EC	電気伝導率計で測定	財団法人日本環境衛生センター
	･NO_3-N	JIS K 0102 43.1	
	･Cl^-	JIS K 0102 35.1	

※土壌A：土壌処理装置から約 10㎝ 地点
※土壌B：土壌処理装置から約 10m地点

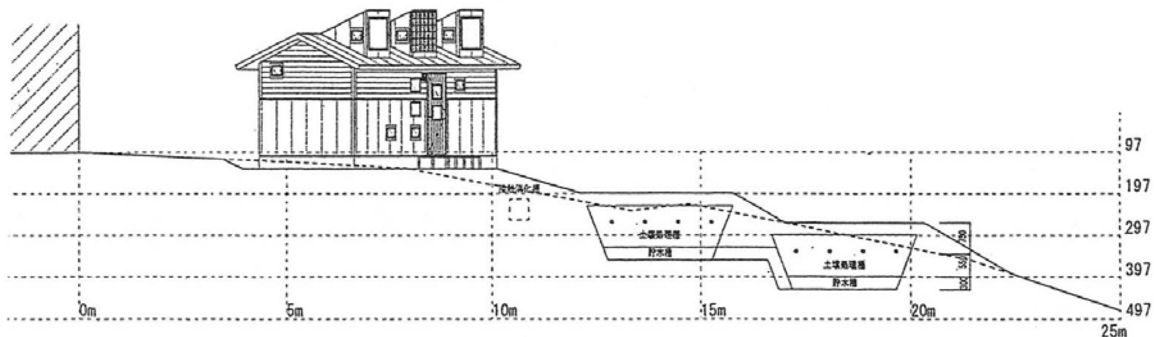


図 5-4-3　土壌処理装置断面図

(5) 処理性能

処理性能は、各単位装置が適正に稼動しているかをみる「稼動状況」、処理が適正に進んでいるかをみる「処理状況」、運転に伴って何がどれだけ発生したかをみる「発生物状況」等に分けられる。

ア. 稼動状況調査

本装置の主要設備である接触消化槽と土壌処理装置について、それぞれ水温及び地温の経時測定を行った。

表 5-4-10　温度記録計

温度データロガ	a.型式	TR－52S (防水タイプ)
	b.チャンネル	1チャンネル
	c.測定範囲	温度　:-60～155℃(外付けセンサ)
	d.測定表示	温度　:0.1℃単位
	e.測定精度	温度:平均±0.3℃
	f.動作環境	温度:-40～80℃
	g.記録容量	16,000データ×1チャンネル
	h.記録間隔	1・2・5・10・15・20・30秒／1・2・5・10・15・20・30・60分から選択
	i.寸法・重量	62(高)×47(巾)×19(厚)mm、55g(電池含む)
	j.使用電池	ﾘチウム電池(ER3V　M)×1本
	k.電池寿命	約4年(最長)

水温測定(接触消化槽 No.2)

地温測定(土壌処理装置 No.1)

図 5-4-4　各計測機器の設置場所

イ．処理状況調査

（ア）試料採取及び測定者

環境計量証明事業所、または、それと同等の品質管理が確保できる機関が担当する。本実証試験では実証機関である(財)日本環境衛生センターが実施した。試料採取、現地測定及び稼動状況調査等にあたっては、装置の構造及び機能を理解し、試料採取に関する知識を有する担当者が行った。

（イ）試料採取計画

現地検査(測定)及び試料採取については実証試験計画書に基づき、利用集中時を経た時期として12月中旬に1回実施した。

（ウ）試料採取手法

試料採取方法は、基本的にJIS K 0094または下水試験方法に沿って行う。

（エ）試料採取用具

① 液状試料：ひしゃく、状況に応じてスポイト採水器等（細菌試験は滅菌器具を用いる）

② 汚泥試料：ひしゃく、状況に応じて汚泥採取用具等

（オ）試料の保存方法

保冷容器輸送（保冷剤入り）後、冷暗所（冷蔵庫等）にて保存する。

（カ）試料採取時の記録事項

試料採取時の記録事項については、JIS K 0094「6．採取時の記録事項」を参考に、以下の項目を記録する。

①試料の名称及び試料番号

②採取場所の名称及び採取位置(表層または、採取深度等)

③採取年月日、時刻

④採取者の氏名

⑤採取時の試料温度

⑥その他、採取時の状況、特記事項等

（キ）実証項目の分析及び測定

分析の種類は、正常な水の流れや機器設備の稼動状況等を把握する単位装置の稼動状況調査、各単位装置流出水の性状を把握するための水質調査、及び汚泥の蓄積状況等を把握するための汚泥調査とする。これらは、機能の判断のため試料採取時にその場で行う調査と、試験室に持ち帰ったのち行う分析に分けられる。

現地で行う調査は、稼動状況調査として装置の稼動状況や汚泥生成量等を確認するとともに、携帯型測定器を使用して試料採取直後に必要な測定を実施した。試験室で行う分析は現地で対応できない項目について機器分析及び化学分析などを実施した。図5-4-5に現場測定項目及び水質試験項目、表5-4-11に分析及び測定方法について示す。

ウ．発生物の発生状況調査

実証試験期間において、残渣(汚泥等)の引抜及び搬出を行った場合には、作業状況及び搬出物の量を記録する。

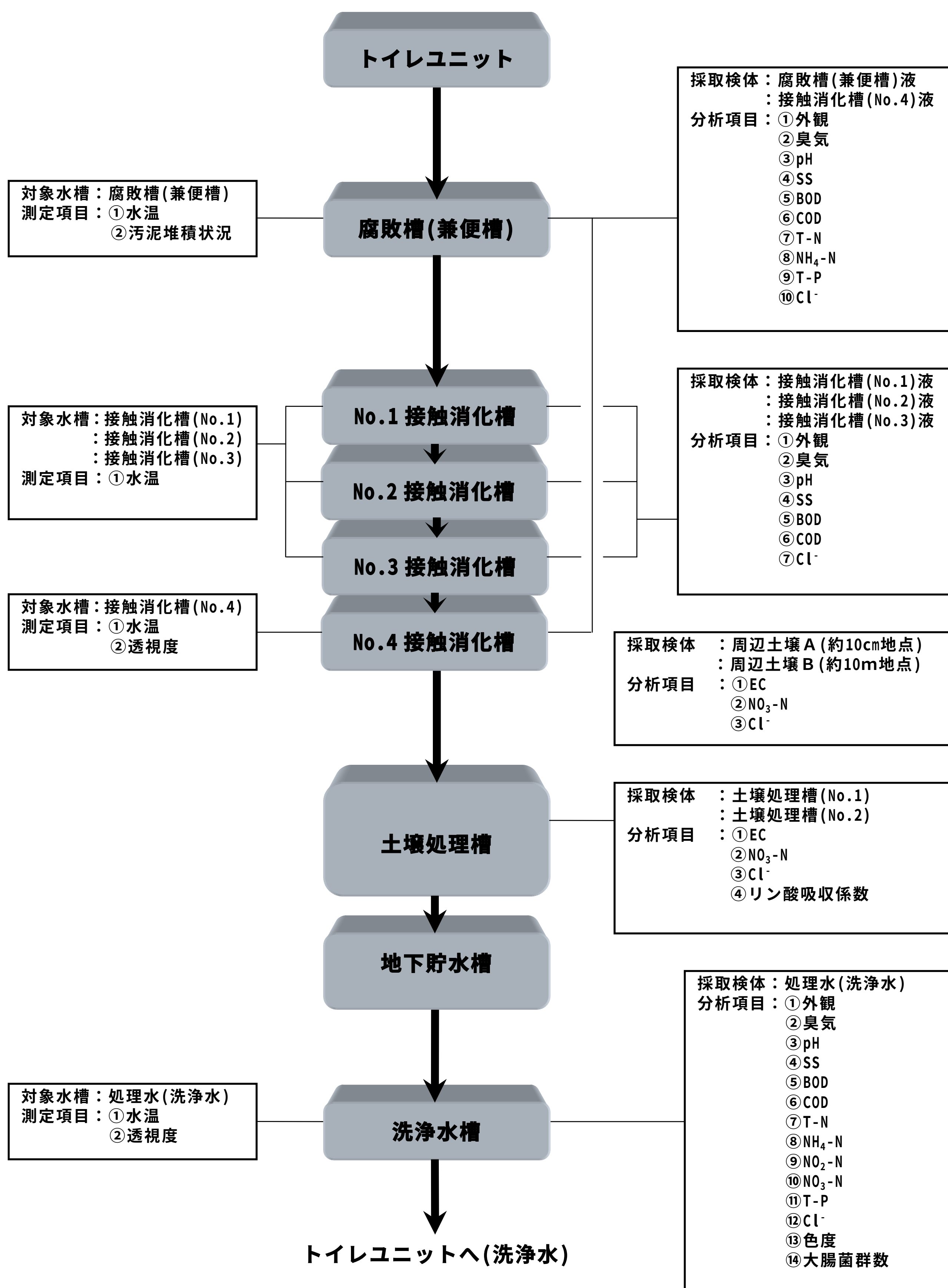


図 5-4-5　現場測定項目･水質試験項目等

表 5-4-11　各実証項目の分析及び測定方法

分類項目	実証項目	調査･分析方法	実施場所
単位装置の 稼働状況	―	構造･機能説明書、維持管理要領書をもとに確認（専門管理シートに記入）	F
腐敗槽(兼便槽)液 接触消化槽液	汚泥保持量	汚泥界面測定器具を使用して測定	F
	外観	JIS K 0102 8	L
	臭気	JIS K 0102 10.1	L
	水温	JIS K 0102 7.2	F
	pH	JIS K 0102 12.1	L
	透視度	JIS K 0102 9	F
	浮遊物質(SS)	昭和 46 年環境庁告示第 59 号付表 9	L
	生物化学的酸素消費量(BOD)	JIS K 0102 21	L
	化学的酸素消費量(COD)	JIS K 0102 17	L
	全窒素(T-N)	JIS K 0102 45	L
	アンモニア性窒素(NH_4-N)	JIS K 0102 42	L
	全りん(T-P)	JIS K 0102 46.3	L
	塩化物イオン(Cl^-)	JIS K 0102 35.1	L
周辺土壌A 周辺土壌B 土壌処理槽	電気伝導率(EC)	電気伝導率計で測定	L
	硝酸性窒素(NO_3-N)	JIS K 0102 43.1	L
	塩化物イオン(Cl^-)	JIS K 0102 35.1	L
処理水(再利用水)	外観	JIS K 102 8	L
	臭気	JIS K 0102 10.1	L
	水温	JIS K 0102 7.2	L
	pH	JIS K 0102 12.1	L
	透視度	JIS K 0102 9	F
	浮遊物質(SS)	昭和 46 年環境庁告示第 59 号付表 9	L
	生物化学的酸素消費量(BOD)	JIS K 0102 21	L
	化学的酸素消費量(COD)	JIS K 0102 17	L
	全窒素(T-N)	JIS K 0102 45	L
	アンモニア性窒素(NH_4-N)	JIS K 0102 42	L
	亜硝酸性窒素(NO_2-N)	JIS K 0102 43.1	L
	硝酸性窒素(NO_3-N)	JIS K 0102 43.1	L
	全りん(T-P)	JIS K 0102 46.3	L
	塩化物イオン(Cl^-)	JIS K 0102 35.1	L
	色度	JIS K 0101 10.1	L
	大腸菌群数	下水試験方法第 3 編第 3 章第 7 節	L

※実施場所記載欄の、F(Field)は現地測定、L(Laboratory)は試験室分析を表す。

６．実証試験結果

6-1.予備調査

平成21年度に実施した予備調査(実施者:NPO 法人山のＥＣＨＯ)の結果を次に示す。

（１）既存資料による維持管理状況の確認

ア．ランニングコスト

鍋割山山岳公衆ﾄｲﾚにおける維持管理費の内容については次に示すとおりである。

表 6-1-1　鍋割山山岳公衆ﾄｲﾚにおける維持管理費等支出実績

年度(平成)	項　　　目	金　額	年度合計
16年度	トイレットペーパー	\1,782	\1,782
17年度	トイレットペーパーほか	\36,148	\111,748
	酵素剤(消化酵素、消臭酵素)	\75,600	
18年度	トイレットペーパーほか	\19,724	\132,074
	酵素剤(消化酵素、消臭酵素)	\75,600	
	年次点検・尿石除去	\36,750	
19年度	トイレットペーパーほか	\17,682	\136,332
	酵素剤(消化酵素、消臭酵素)	\75,600	
	尿石クリーナー	\6,300	
	年次点検・尿石除去	\36,750	
20年度	トイレットペーパーほか	\26,444	\145,094
	酵素剤(消化酵素、消臭酵素)	\75,600	
	尿石クリーナー	\6,300	
	年次点検・尿石除去	\36,750	

データ提供:神奈川県自然環境保全センター

イ．利用回数(負荷)

初回の実証試験以降、利用回数の記録は行っていない。

ウ．機器やシステムの改良

予備調査での確認対象となる指摘事項に対する改良や処理性能等に係る根本的な改良等を行った経緯はない。

（２）ヒアリング調査

初回実証試験後の維持管理状況や技術改良等について確認するため、実証申請者及び維持管理者等に対するﾋｱﾘﾝｸﾞ調査を実施した。ﾋｱﾘﾝｸﾞ調査は平成21年12月2日(水)に実施し、その要旨は次に示すとおりである。

ア．維持管理について

（ア）維持管理全般

①利用者数の状況は、初回実証試験時とほぼ同じと考えられる。ただし、平成21年

度の秋については、新聞等でとりあげられた影響もあり、2割程度増えている印象である。

②維持管理費の中では酵素の購入費が多くを占めている。

③装置そのものの破損はないが、凍結により洗浄水が出ないことがあった。以後、冬期にはトイレ内でヒーターを焚くことで対処している。

④簡易水洗のための足踏みポンプは良好に作動している。

⑤トイレの利用は登山者の多い秋から冬に多くなる。

⑥冬期は水(洗浄水)の色等からみて、酵素の効果が少し弱る印象がある。

⑦和式トイレは登山靴だと使用しにくく、し尿を便器外にこぼされることもあったが、手摺りを設置することで改善が見られた。

⑧男性小便器は流していない場合がある。また、大便器利用時は数回流してもらう必要がある。

(イ) チップについて

①チップは減ってきている。ただし、現在のチップ収入で維持管理費用(人件費は含まない)を賄うことができている。

(ウ) 酵素の投入について

①酵素の投入量は穴数によって決めている。

②男性側の大便の使用頻度が多いこともあり、酵素の投入量を使用状況に合わせて調整している。

(エ) トイレットペーパー

①丹沢大山地域では、トイレで使用したペーパーを持ち帰るための袋を常備しており、持ち帰る人も増えている(使用済みペーパーの荷下ろし量が少なくなっている。)。

②ペーパー以外の異物投入も減っているが、持ち帰り袋を設置していない神奈川県内の他の施設(避難小屋)では異物投入が確認されている。

(オ) 汚泥の引き抜き

①これまで汚泥の引き抜きを実施した経緯はない。ただし、いずれは汚泥引抜が必要となる場合が想定されるため、費用確保を含めた検討が必要。

②他物件(便槽が小さいタイプ)では汚泥の引き抜きを実施した事例がある。

(カ) 尿石クリーナー

①男性小便器の黄ばみを落とすために、平成１９年度以降使用している(月１回程度)。

②尿石クリーナーは塩酸１２％の強酸である。酵素との関係もあり、頻繁に使用しない

ことが重要。

イ．初回実証試験後の改良状況について

（ア）洗浄水の足踏みポンプ

①洗浄水の洗浄水タンクへの汲み上げは、電力の効率的利用のためフロートスイッチでポンプを作動させる制御へと改良した。電源は太陽光パネルにより供給しているが、バッテリーは使用していない。

②足踏みポンプについては特に改良を行っていない。

（イ）接触消化槽

①接触消化槽の改良は行っていない。経年的にはろ材の目詰まり等が懸念される。

②便槽(男子)内の異物フィルターは破損のため平成19年度に交換した(図6-1-1)。

③鍋割山以外の公衆トイレ(実証装置と同タイプ)において、ろ材の目詰まりによるトラブルが発生した事例がある。

（ウ）流入分岐装置の改良

本装置には2系列の土壌処理装置に汚水を均等に行きわたらせるための流入分岐装置が設置されている。平成20年度の点検時に尿石の付着を確認し、目詰まりの発生等が予測されたため、同年12月に改良型のものに交換した(図6-1-2)。

（エ）雨水対策

①雨水対策として特別なことはしていない。

②雨の多い時期は、洗浄水の色が薄まる印象がある。

（オ）その他

テン(野生動物)が槽の周囲で穴を掘った影響で、修理(コーキング)を行ったこと経緯がある。鍋割山以外においても同様に動物による被害として、土壌処理装置がイノシシに掘り返される事例があった。

（３）現地確認

初回実証試験後の改良状況に関する確認等を主な目的として現地調査を実施した。現地調査は平成21年12月18日(金)に実施し、その要旨は次に示すとおりである。

ア．便槽内フィルター

接触消化槽への夾雑物流入を回避する目的として便槽内にフィルターが設置してある。カートリッジ式になっており、交換が可能な構造である。洗浄水に余裕がある場合にはフィルターを洗浄する場合もある。便槽内にはウジの発生が認められた。便器から便

槽への流入口に糞便や紙が挟まり、その隙間等からハエが便槽内に進入してしまうと推測される。

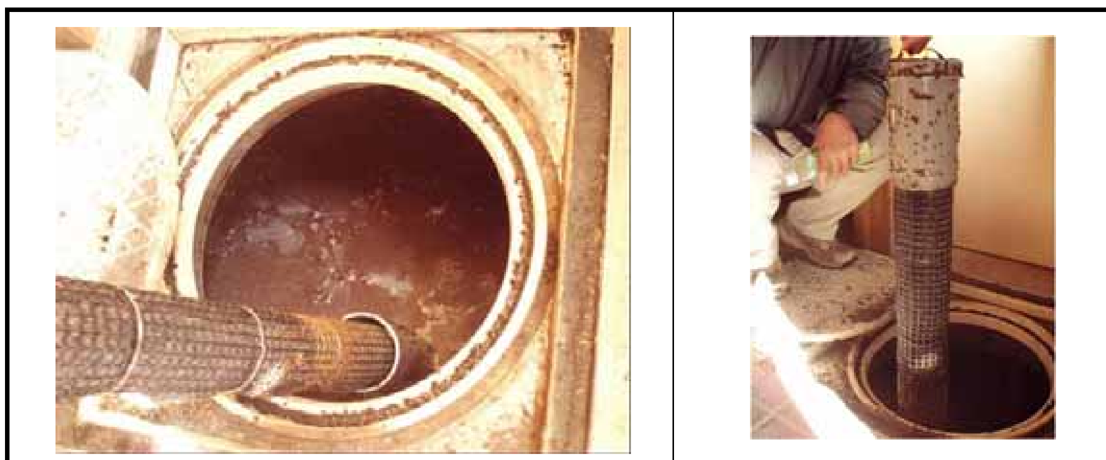


図 6-1-1　便槽の異物除去フィルター

イ．流入分岐装置

流入分岐装置の改良状況は図6-1-2に示すとおりである。

改良前	
改良後	①汚水受け皿　②受け皿回転中
	《構造･原理》 ボール状の受け皿[※①]に一定量の汚水が溜まると、ボールが反転[※②]し、汚水をトレンチに流入させる。

図 6-1-2　流入分岐装置

ウ．雨水浸透設備

雨水浸透槽の槽底部に水が溜まっていることが確認された。



図 6-1-3　雨水浸透設備

エ．処理水(洗浄水)揚水設備

貯留した処理水を太陽光発電を電源として洗浄水タンクにポンプアップする。洗浄水タンクの液位低でスイッチが入るよう設定されている。バッテリーは設けておらず、ポンプが稼動するのは晴天の昼間のみである。

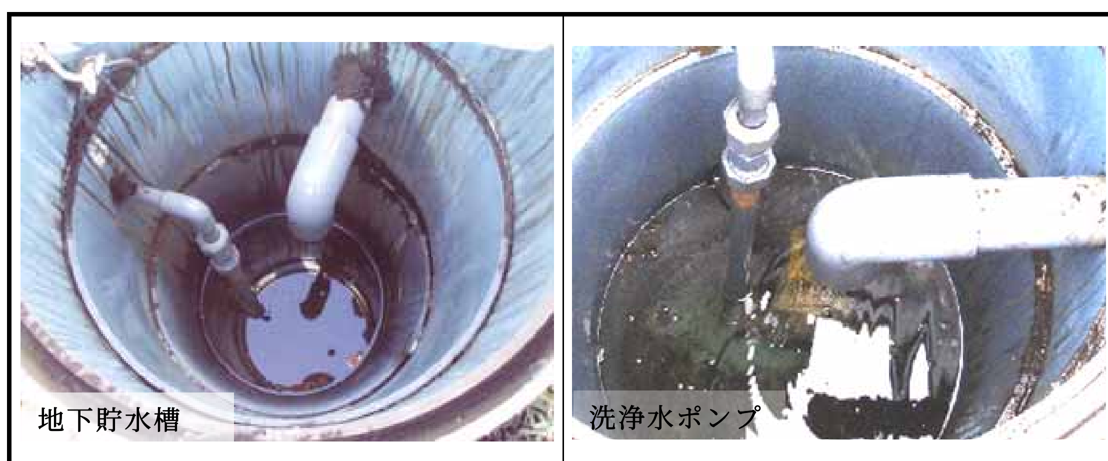


図 6-1-4　処理水(洗浄水)揚水設備

6-2.稼動条件・状況

（１）処理能力[トイレ利用人数]

実証装置ﾄｲﾚにカウンターを設置して、1回/週の頻度を原則に本実証ﾄｲﾚ使用回数の計測を行った。計測結果(計測期間：平成21年12月18日～平成22年12月12日)は図6-2-1～6-2-2に示すとおりである。計測期間(概ね1年間)における本実証ﾄｲﾚの累積使用回数は27,927回であった。日平均利用回数は78回/日で平常時の処理能力(100回/日)を満足していた。

利用の集中については、5月初旬のゴールデンウィーク、秋～冬期に認められ、ともに平常時の処理能力超過が認められた。計測期間における最大使用回数はゴールデンウィーク時の254回/日である。これは、あくまで4月26日から5月5日の期間における平均値であるが、維持管理者からのﾋｱﾘﾝｸﾞ等も考慮して集中時の処理能力(400回/日)を超えることはなかったと考えられる。また、翌週には平常時の処理能力を満足する利用回数となっており、利用集中は一時的なものであった。

一方、秋～冬期のピークにおける使用回数は、150～200回/日程度とゴールデンウィーク時の使用回数と比較して少なめではあるが、定常的に平常時の処理能力を超える状況となっている。利用集中時の処理能力はあくまで一時的な状況を想定したものであり、平常時の処理能力を定常的に超えるような状況は機能悪化の要因となることが予想され、今後、利用集中時の対策について検討が必要と考えられる。

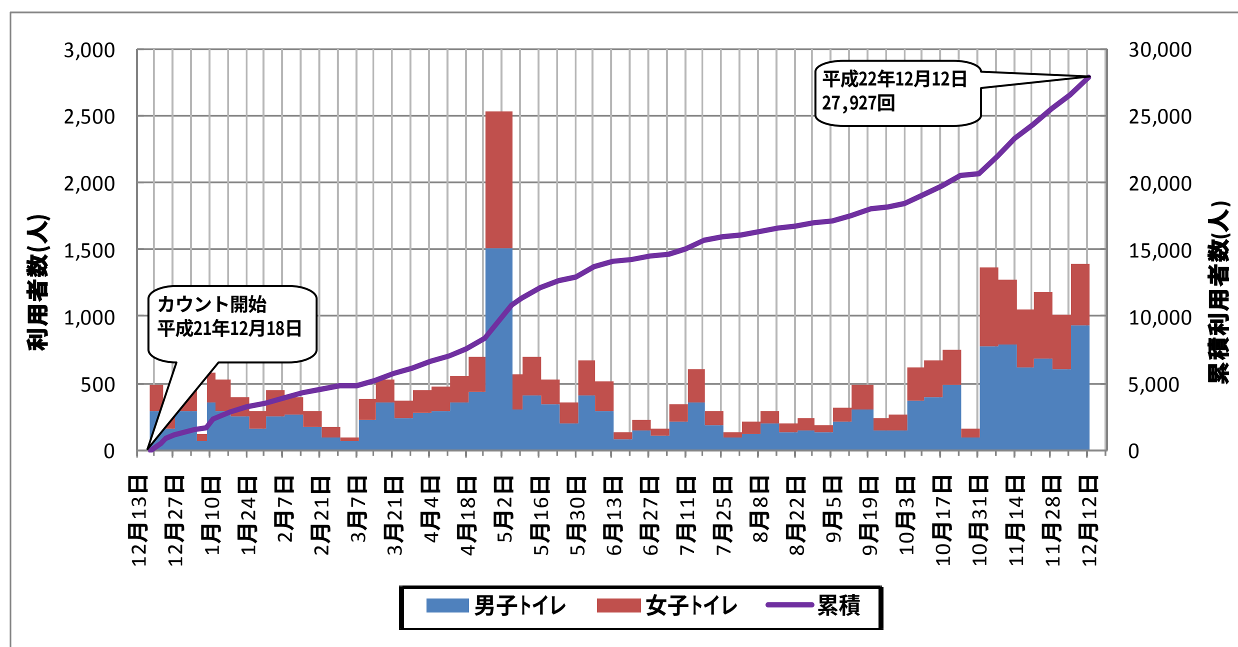
ﾄｲﾚ利用人数と汚水発生原単位(0.5L/回：し尿0.2L/回、洗浄水0.3L/回)を使用して便槽及び接触消化槽における滞留時間を算出した。平均使用回数78回/日を使用して滞留日数を算出すると155日、最大使用回数254回/日を使用して算出すると48日となった。また、試料採取時直近のピーク(11月1日～12月12日)における平均使用回数は173回/日で、これを使用して滞留日数を算出すると70日であった。

※滞留日数(便槽容量[5.5㎥：2.5㎥×2槽]、接触消化槽容量[0.544㎥：136L×4槽])

①平均 (平成21年12月18日～平成22年12月12日)
[5,500(L)＋544(L)] ／ [78(回/日)×0.5(L/回)] ＝ 155(日)

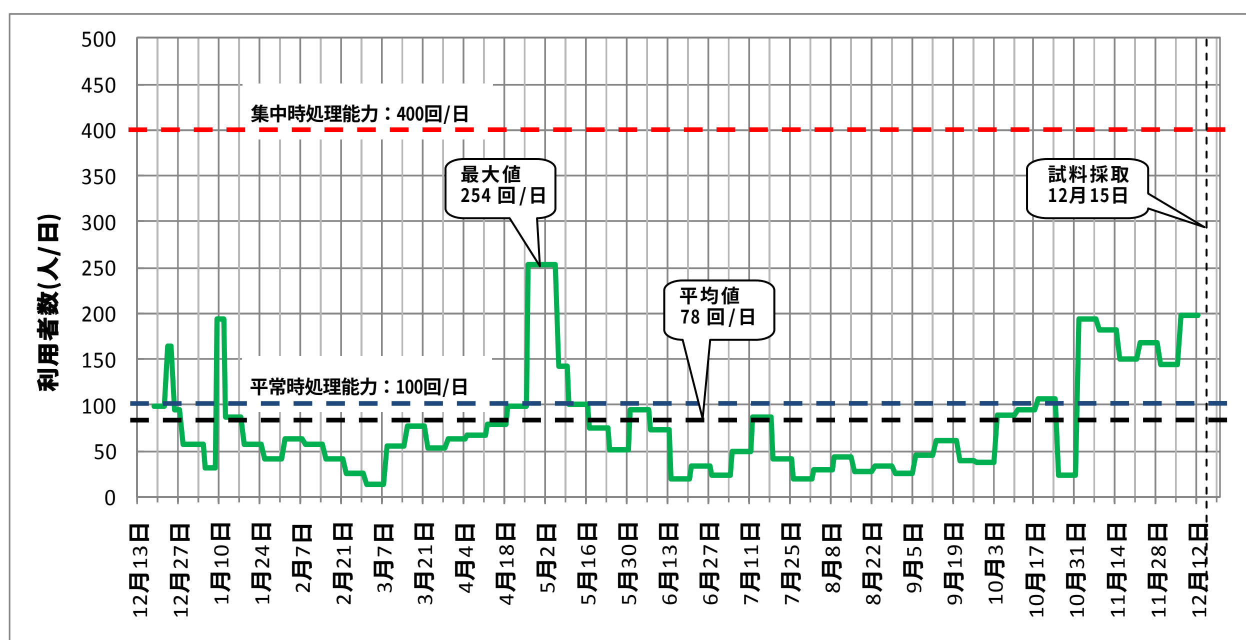
②ピーク時 (平成22年4月26日～平成22年5月5日)
[5,500(L)＋544(L)] ／ [254(回/日)×0.5(L/回)] ＝ 48(日)

③試料採取時 (平成22年11月1日～平成22年12月12日)
[5,500(L)＋544(L)] ／ [173(回/日)×0.5(L/回)] ＝ 70(日)



※利用者数は各カウント期間(原則1週間)における合計利用者数である。
※縦軸1目盛は1週間。

図 6-2-1　実証装置利用者(回)数



※利用者数は各カウント期間(原則1週間)における日平均利用者数である。
※縦軸1目盛は1週間。

図 6-2-2　実証装置利用者(回)数日平均値

(2) 気温・湿度・大気圧

実証装置設置場所の気温、湿度、大気圧は図6-2-3～6-2-4に示すとおりである。

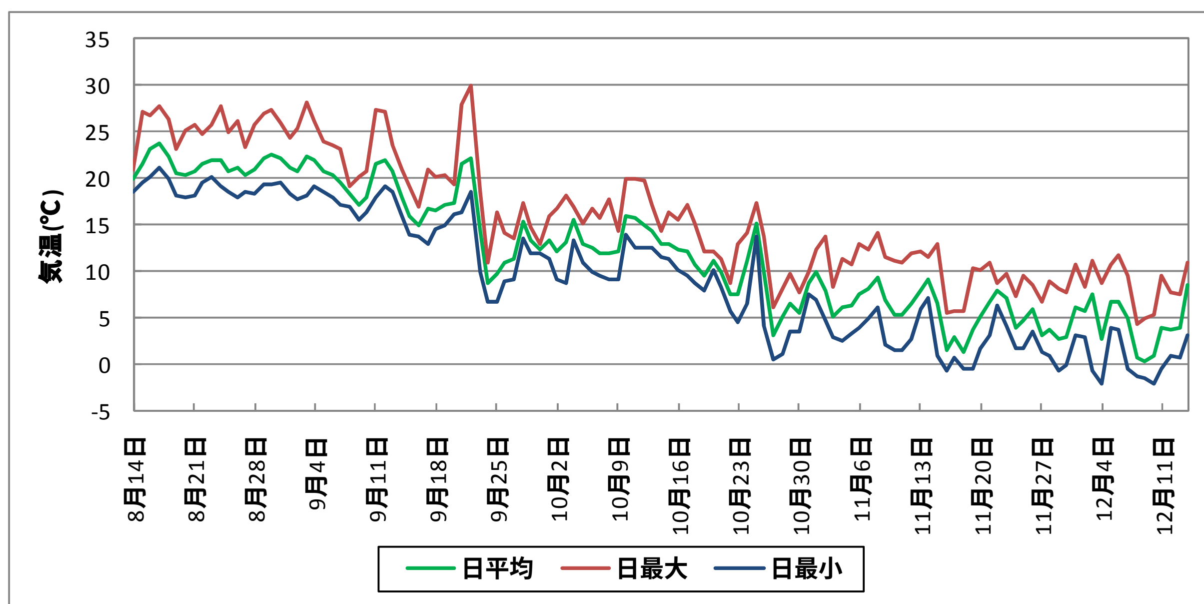


図 6-2-3　実証装置設置場所の気温の経日変化

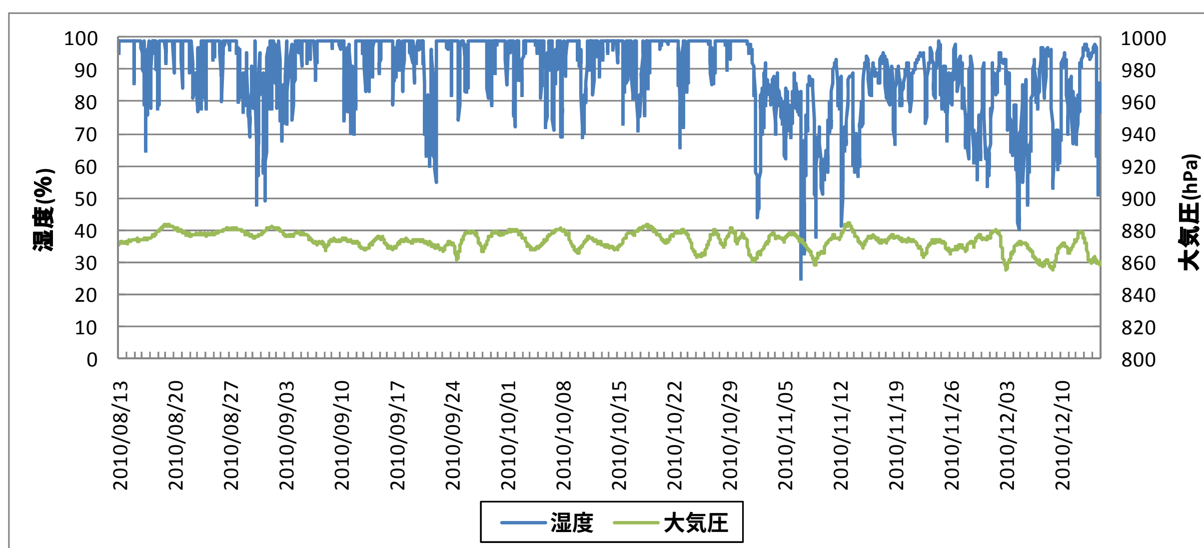


図 6-2-4　実証装置設置場所の湿度及び大気圧の経時変化

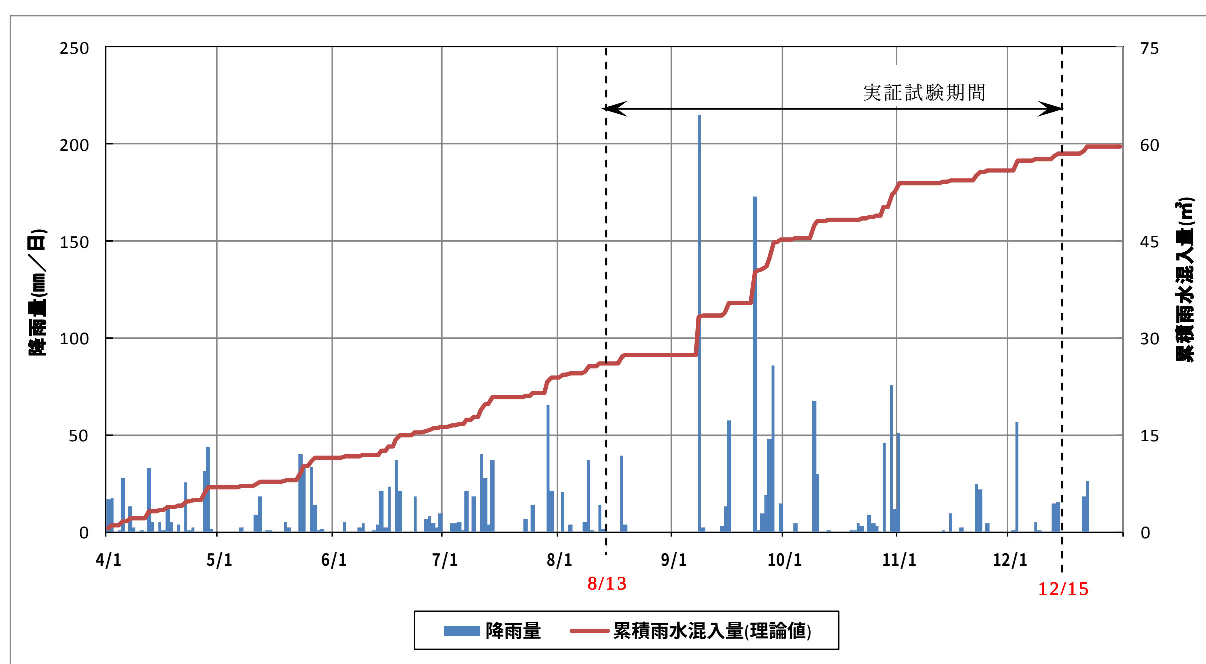
(3) 降雨量(雨水混入量)

本装置は土壌処理装置による蒸発散が主体であるため、土壌処理装置から雨水が混入することは避けられない。処理水の分析結果等から判断しても雨水による希釈は明らかであり、この希釈度合いによって処理性能は大きく左右されると考えられる。そこで、平成22年4月～12月における鍋割山頂での降雨量、及び処理系内に混入した雨水の推計量を図6-2-5にまとめた。

図中の累積雨水混入量は、雨水の流出係数0.2(森林地帯の一般値)を使用し、降雨量の80%が土壌処理装置に浸透すると仮定して算出した理論値である。ただし、本装置の土壌処理装置が傾斜していること等を考慮すれば、さらに多くの雨水が土壌処理装置上部を表流して処理系内には混入せずに外部へ排出されているとも考えられる。土壌処

理装置は貯水槽(200mm)も含めて900mmの深さを有している。実証試験期間において最も多い降雨は215mm(うち、80%が浸透したと仮定すると172mm)であり、このような豪雨3～4日続くような場合にはオーバーフローの可能性も否定できないが、鍋割山の気象条件から判断する限りではよほどの悪条件でない限りは、オーバーフローの可能性はかなり低いと考えられる。

また、実証装置への流入量(推計値)を図6-2-6にまとめた。汚水量はトイレ利用人数と汚水発生原単位(0.2L/回)を使用して算出し、雨水混入量は上記同様に降雨量の80%量に相当する量を使用している。汚水量(トイレ使用人数)、降雨量ともに変動が大きいことから希釈倍率も大きく変動している。実証試験期間内における平均希釈倍率は15.2倍で、変動幅は無希釈(希釈倍率1倍)から122倍であった。



データ提供：神奈川県自然環境保全センター

図 6-2-5　降雨量データ(鍋割山気象観測装置)

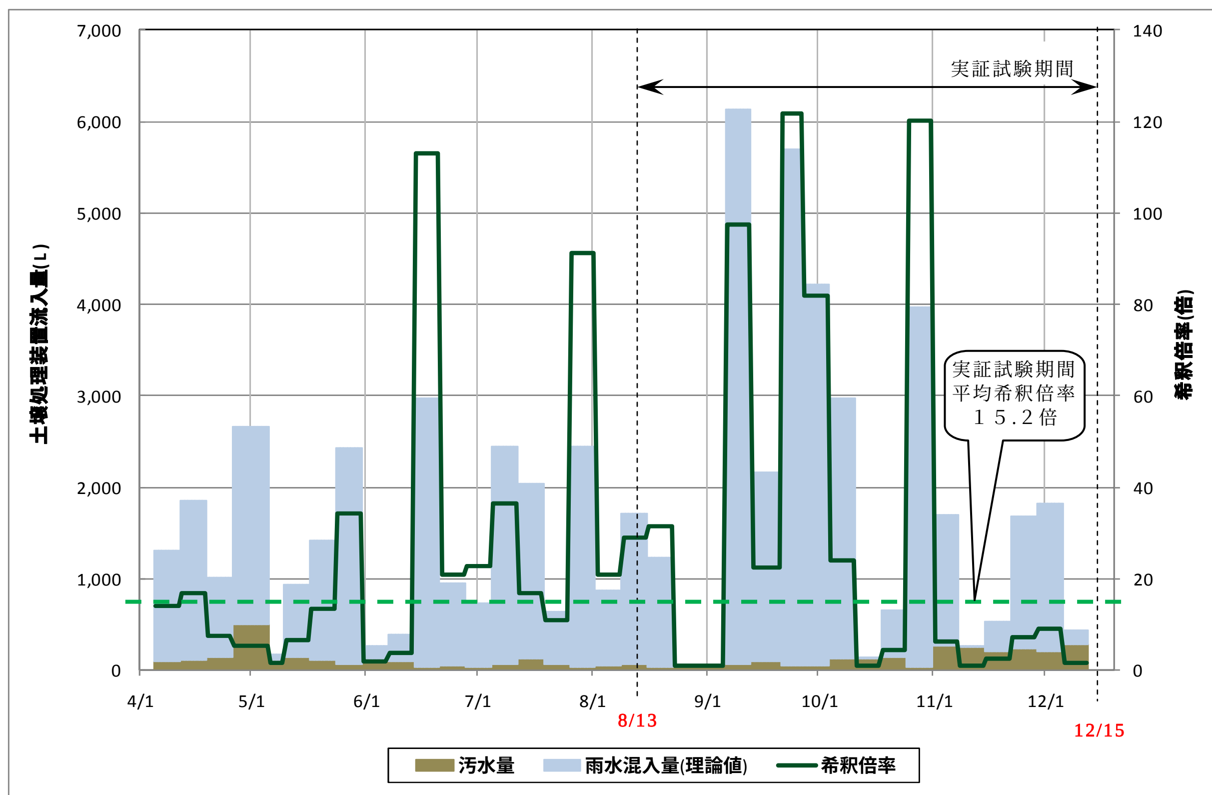


図 6-2-6　雨水混入による希釈倍率(理論値)

(4) 汚泥堆積状況

試料採取及び現地検査時(12月15日)に実施した便槽(男子用、女子用)における汚泥堆積状況は表6-2-1に示すとおりである。メーカーの示す要汚泥引抜の堆積量(便槽液位の約半分:40～50cm)には達しておらず、汚泥引抜の必要性は認められなかった。

表 6-2-1　便槽における汚泥堆積量

測定(現地調査)実施日時	男子用便槽	女子用便槽
平成22年12月15日(水)	10cm	7cm

(5) 水補充状況

本装置は処理水を洗浄水として再使用するシステムであり、基本的に補給水は必要としない。実証期間中において、洗浄水ポンプの不具合が2回(8月、10月)発生したが、その際に洗浄水タンクの水位が低下したため、維持管理者が20L程度(約10L×2回)の水(雨水等系外の水)を洗浄水タンクに補充した。ポンプ故障の要因は8月の故障は落雷、10月のトラブルは突発的な故障であった。ポンプは稼動開始後3年を経過しており、10月の故障については耐用に達したとの判断により、ポンプを更新した。メーカーでは稼動500時間(約3～4年)をポンプ耐用の目安としている。

(６) 資材(酵素剤)使用状況

酵素剤は分解酵素と消臭酵素があり、それぞれ1回/月の頻度で投入している。基本投入量は分解酵素が1便器あたり80g/回、消臭酵素240g/回としている。実証試験期間(8月13日～12月15日)における酵素剤の投入実績は表6-2-2に示すとおりである。実証試験期間においては特に酵素剤投入量の増減はせず、基本量を1回/月の頻度で投入した。

表 6-2-2　酵素剤使用量

酵素剤 ＼ 月		８月	９月	１０月	１１月	１２月	合　計		
分解酵素	男子用 (g)	160	160	160	160	0	640	1,280	5,120
	女子用 (g)	160	160	160	160	0	640		
消臭酵素	男子用 (g)	480	480	480	480	0	1,920	3,840	
	女子用 (g)	480	480	480	480	0	1,920		

※8月は13～31日、12月は1～15日における使用(投入)実績。

(７) トイレットペーパー使用状況

トイレットペーパーの使用状況(補充状況)は表6-2-3に示すとおりである。

表 6-2-3　酵素剤使用量

水槽 ＼ 月	８月	９月	１０月	１１月	１２月	合計(全体)
トイレットペーパー補充数	11	21	33	48	24	137
１日平均	0.6	0.7	1.1	1.6	1.6	1.1

※8月は13～31日、12月は1～15日における使用(補充)実績。

6-3.維持管理性能

(1) 日常管理全般

日常維持管理作業の内容をまとめると表6-3-1に示すとおりである。

表 6-3-1　日常維持管理の概要

実施者	鍋割山荘	
作業人数	1～2名	
作業概要	作業の内容	頻度
	トイレの点検･清掃	1回/日
	トイレットペーパーの確認･補充	1回/日
	洗浄水タンクの液位確認	適時
	酵素剤(分解酵素)の投入	1回/月
	酵素剤(消臭酵素)の投入	1回/月
所見	維持管理の作業性としては特に支障なし。 洗浄水タンクの液位確認は処理性能の観点からもポンプの稼動状況(故障の有無)確認等の観点からも重要な内容と考えられる。現在は二重マンホールの開閉で液位を確認しているが、簡便な方法で確認できれば望ましい。	

(2) 専門管理全般

専門維持管理作業の内容をまとめると表6-3-2に示すとおりである。

表 6-3-2　専門維持管理の概要

実施者	日本環境衛生センター
作業人数	2名
実施日	平成22年12月15日(水)
作業内容	水質等に関する測定、試料採取
	汚泥堆積量の測定
	各設備装置の点検
	その他全体点検
所見	維持管理の作業性としては特に支障なし。

(3) トラブル対応

本実証試験期間中において、8月と10月に洗浄水ポンプの故障が発生した。うち、8月の故障は落雷によるものと考えられている。10月の故障は突発的なものであり、使用年数等も考慮してポンプの耐用と判断し、ポンプを更新した。

いずれもポンプ故障により洗浄水タンクの液位が低下したため、水の補給を行った。補給水量は8月、10月ともに10L程度である。

（4）維持管理要領書の記載項目チェック票

記入者名（組織名）：岡崎貴之　　　　　((財)日本環境衛生センター）
担当作業内容：日常管理／[専門管理]　　（主な作業内容：設備全般チェック、汚泥界面や検水槽のチェック）
使用した維持管理要領書名：維持管理マニュアル

大項目	小項目	記載の有無	特記事項
1.日常管理全般（製品説明）	1. 利用上の注意	[有]/無/非該当	
	2. 処理の仕組み	[有]/無/非該当	
	3. 各部名称	[有]/無/非該当	
	4. 主要機器一覧	[有]/無/非該当	
	5. 運転・使用方法	[有]/無/非該当	
	6. 日常点検・清掃・頻度	[有]/無/非該当	
	7. 製品仕様	[有]/無/非該当	
	8. その他	—	
2. 専門管理全般 (専門技術者向け)	9. 保守点検表	有/[無]/非該当	チェック内容の記載はあり。
	10. 制御盤	[有]/無/非該当	単線結線図
	11. 処理槽	[有]/無/非該当	
	12. 循環水等	[有]/無/非該当	
	13. 補修・交換部品	[有]/無/非該当	
	14. その他	—	
3. 開山・閉山対応	15. 開山・閉山対応	[有]/無/非該当	
4. 発生物の搬出及び処理・処分	16. 清掃方法（汚泥引き抜き等）	[有]/無/非該当	
5. トラブル対応	17. トラブル対応（想定及び対応例）	[有]/無/非該当	

※小項目の「その他」は、実証装置を運用する上で、維持管理要領書への表記が重要と考えられる項目について追記する。

維持管理要領書の信頼性の確認

大項目	**小項目**	記載内容	特記事項
1.日常管理全般（製品説明）	**1.　読みやすさ**	良/普/少	
	2.　理解しやすさ	良/普/少	
	3.　正確性	良/普/少	
	4.　情報量	良/普/少	
専門管理全般（専門技術者向け）	**1.　読みやすさ**	良/普/少	
	2.　理解しやすさ	良/普/少	
	3.　正確性	良/普/少	
	4.　情報量	良/普/少	
3. 開山・閉山対応	**1.　読みやすさ**	良/普/少	
	2.　理解しやすさ	良/普/少	
	3.　正確性	良/普/少	
	4.　情報量	良/普/少	冬期使用に関する留意点の記載があると望ましい。
4. 発生物の搬出及び処理・処分	**1.　読みやすさ**	良/普/少	
	2.　理解しやすさ	良/普/少	
	3.　正確性	良/普/少	
	4.　情報量	良/普/少	
5. トラブル対応	**1.　読みやすさ**	良/普/少	
	2.　理解しやすさ	良/普/少	
	3.　正確性	良/普/少	
	4.　情報量	良/普/少	洗浄水ポンプやその他消耗品の耐用年数の記載があると望ましい。

※使用した維持管理要領書について、別添として添付する。

6-4.室内環境

（１）気温・湿度・大気圧

実証装置(ﾄｲﾚ)室内の温度、湿度、大気圧は図6-4-1～6-4-2示すとおりである。測定機器の不具合発生により、計測期間は10月20日から12月15日までとなっている。

また、外気とﾄｲﾚ室内における気温と湿度の経時変化を図6-4-3～図6-4-4に示す。ﾄｲﾚ室温は外気温に影響されているが、外気温低下時における室温の低下度合いは緩めであり、ある程度の保温効果が得られていると考えられる。それに伴い、ﾄｲﾚ室内の湿度も外気の湿度と比較してやや低めとなっている。なお、本実証試験の計測結果には反映されていないが、冬期間(1～2月)においては凍結防止対策も考慮し、ﾄｲﾚ室内で灯油ﾋｰﾀｰを一定時間(5時間/日程度)焚いている。

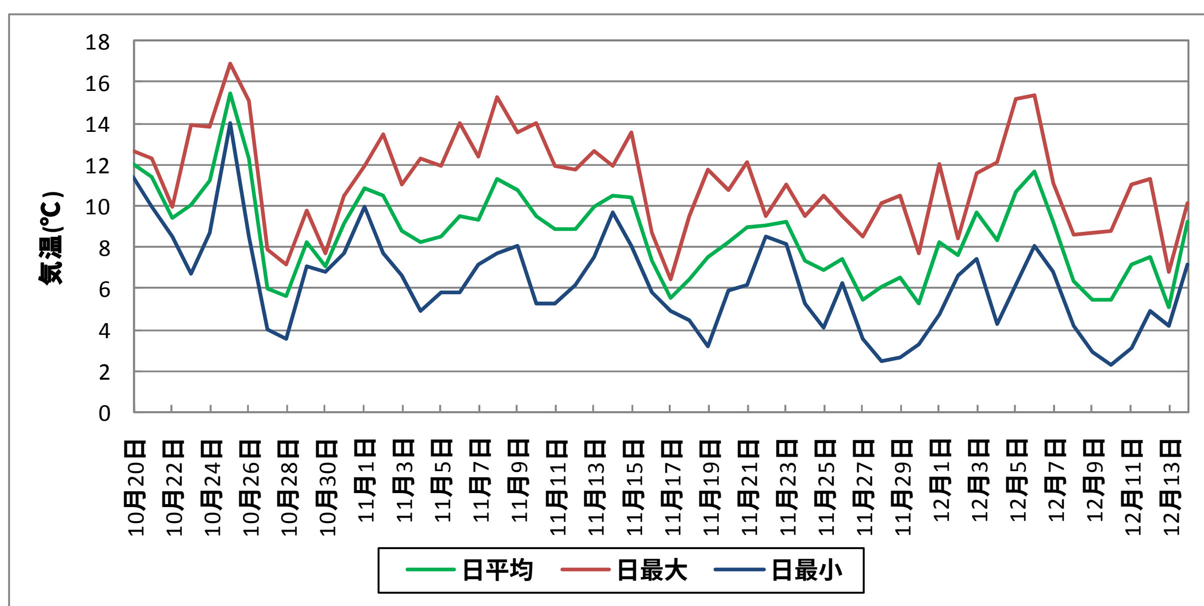


図 6-4-1　実証装置(ﾄｲﾚ)室内温度の経日変化

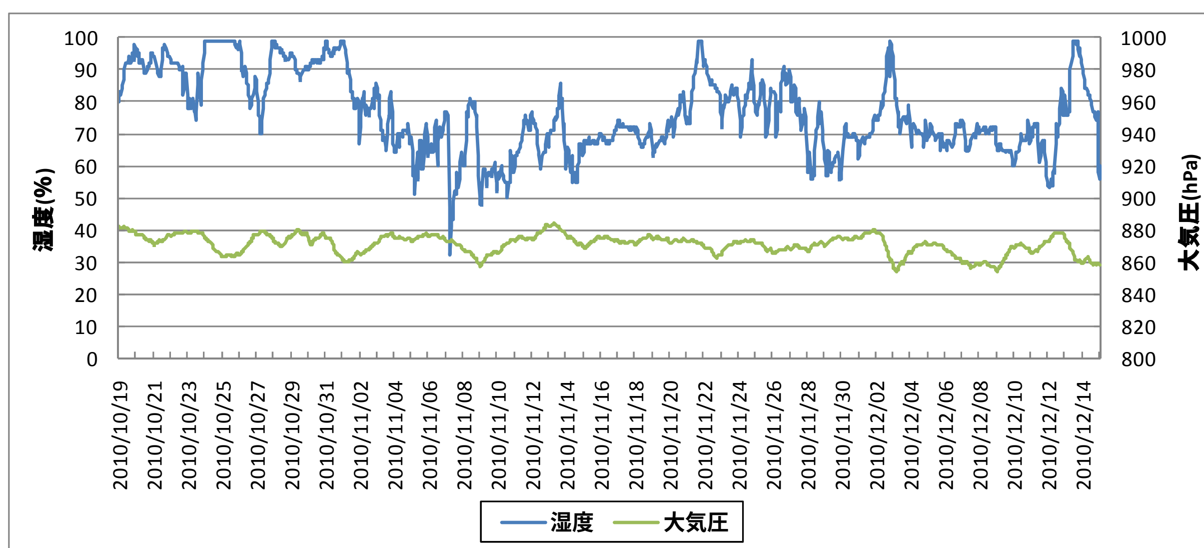


図 6-4-2　実証装置(ﾄｲﾚ)室内の湿度及び大気圧の経時変化

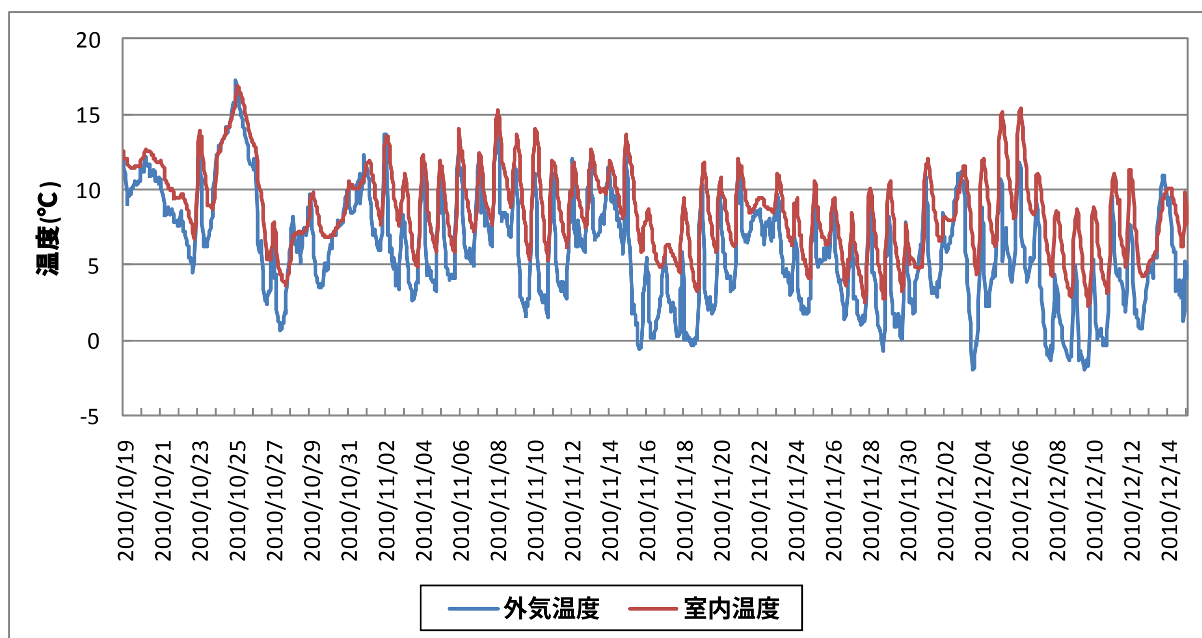


図 6-4-3 外気温と実証装置(トイレ)室内温度の経時変化

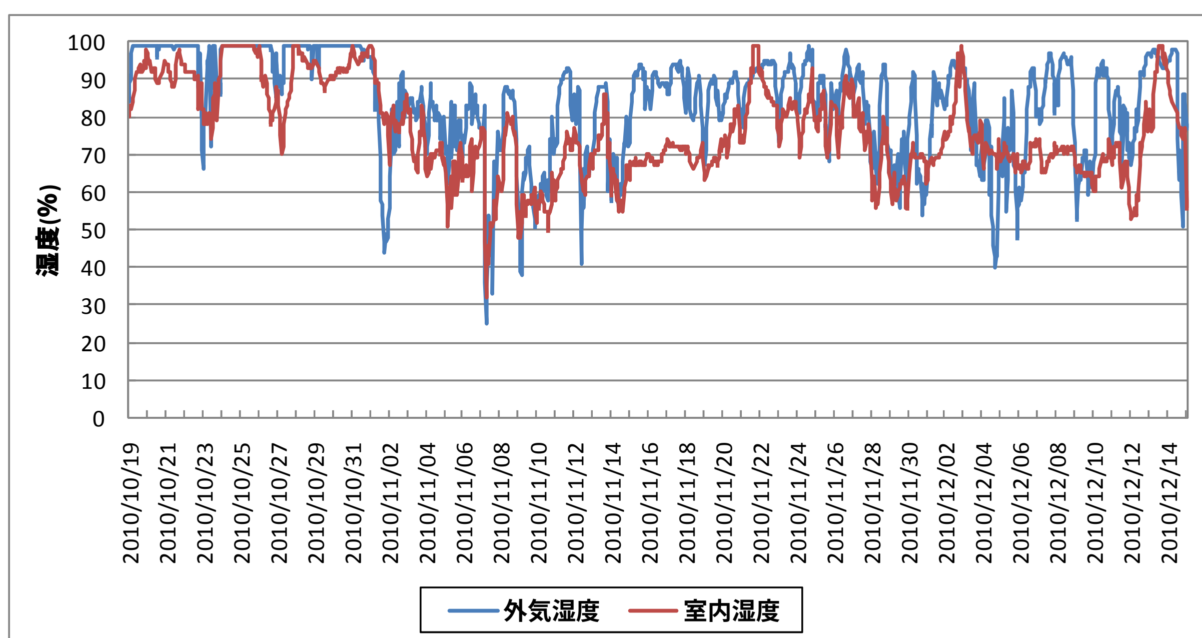


図 6-4-4 外気湿度と実証装置(トイレ)室内湿度の経時変化

(2) 利用者アンケート

実証試験期間中に実施した本トイレの室内環境や許容範囲に関するアンケートの集計結果は次のとおりである。

ア. アンケート回答者

アンケートの有効回答数は12で、目標の50回答には達しなかった。アンケート回答者の内訳は図6-4-5に示すとおりである。

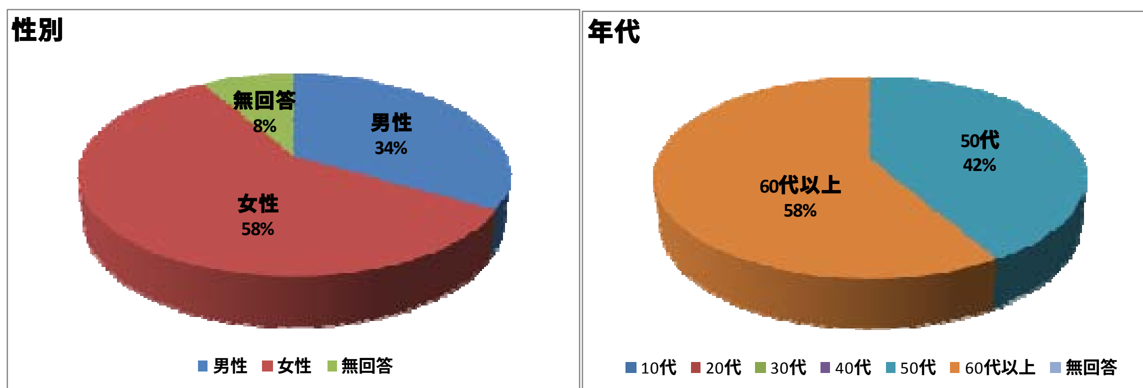


図 6-4-5 アンケート回答者層

イ．トイレ内のにおい

トイレ内のにおいについては全ての回答者が「許容範囲」と回答した。

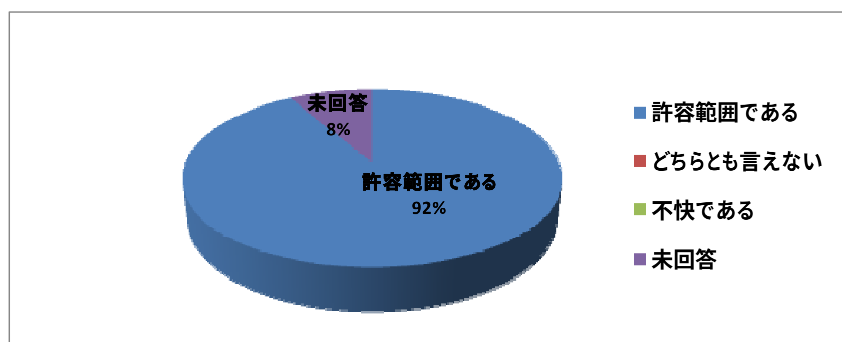


図 6-4-6 トイレ内のにおい

ウ．トイレ室内の明るさ

トイレ室内の明るさについては意見が分かれたが、これは利用した時間帯によるものと推測される。概ね昼間については「問題なし」、夕方から夜間については「暗い」の評価であった。ただし、「暗い」との回答の中においても「山小屋に関しては夜間に暗くても問題ない」との意見も多く、「改善すべき」との意見は少なかった。

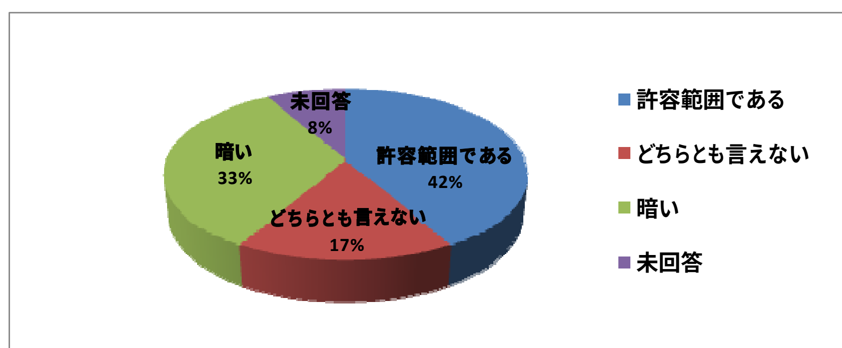


図 6-4-7 トイレ室内の明るさ

エ．洗浄水について

洗浄水についての回答は「どちらとも言えない」の回答が半数を占めたが、これは夜間使用で洗浄水が確認できなかったことによるものが大きい。「改善すべき」との回答においては「水量不足」との意見が認められた。

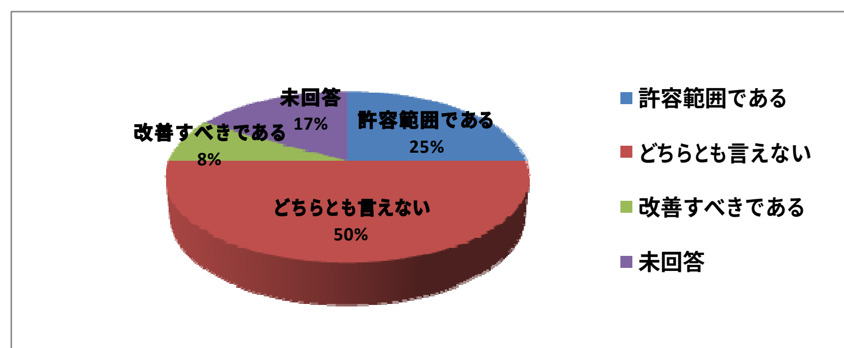


図 6-4-8　洗浄水について

オ．足踏みポンプについて

足踏みポンプについては59%が「許容範囲」と回答した。「どちらとも言えない」の回答の中では、夜間の使用において「足踏みポンプの場所が分からず、使用できなかった」との意見も認められた。

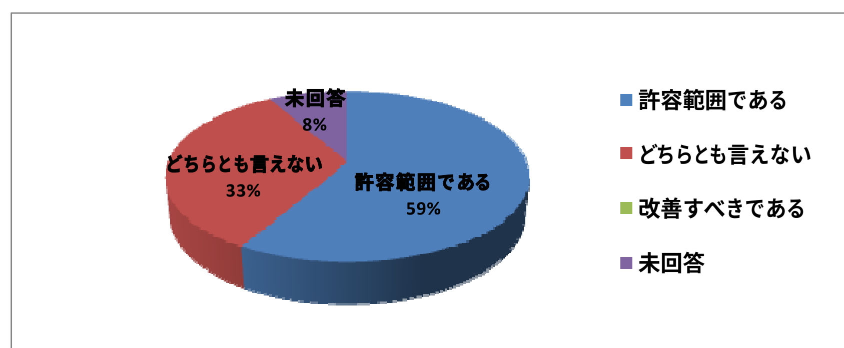


図 6-4-9　足踏みポンプについて

カ．全体的な使い勝手・自由意見

全体的な使い勝手としては75%が「許容範囲」と回答した。アンケート全体の傾向をみると「どちらとも言えない」の回答が多いが、その多くは「トイレとしては多少不便を感じるが、山小屋トイレとしては許容範囲である」という意見である。また、「改善すべき」との回答は少なかった事等から判断しても、本実証トイレは利用者(登山者)から概ねよい評価を得ていると考えられる。

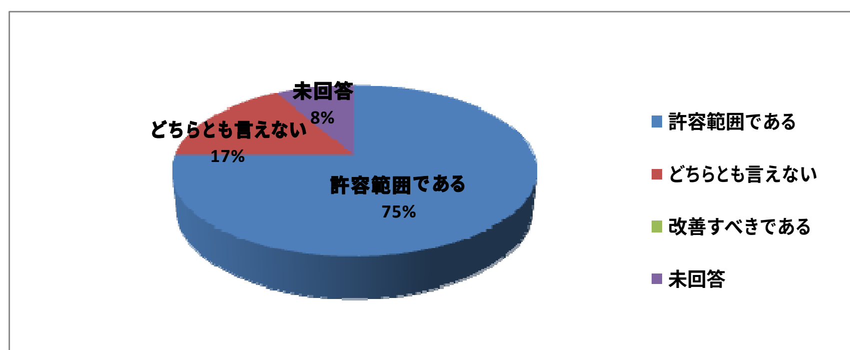


図 6-4-10　全体的な使い勝手

6-5.周辺環境への影響

(１) 土地改変状況

新規実証試験報告書及び維持管理者からのﾋｱﾘﾝｸﾞ等からみて、経年的な土地改変はなかったと判断される。

(２) 土壌分析結果

周辺土壌の分析結果は表6-5-1に示すとおりである。土壌処理装置近傍(約10cm地点)と比較土壌(約10m地点)とでは有意な差は認められなかったことから、周辺環境に与える負荷は極少ないと判断される。

表 6-5-1　現地調査時の周辺土壌分析結果一覧

分析項目 ＼ 試料名		周辺土壌 土壌Ａ 10cm地点	周辺土壌 土壌Ｂ 10m地点
採 取 月 日		12月15日	12月15日
採 取 時 刻		13:35	13:41
溶出試験	ｐＨ	6.4	6.8
溶出試験	塩化物イオン (mg/L)	2.9	1.2
溶出試験	硝酸性窒素 (mg/L)	0.7	0.5
溶出試験	電気伝導率 (mS/m)	4.0	3.3
溶出試験	全 り ん (mg/L)	0.2	0.2

表層より深さ40ｃｍの土壌を採取した。

6-6.処理性能

（１）水温・地温測定

本実証試験では、接触消化槽の水温と土壌処理装置の土壌温度について測定した。

ア．接触消化槽液水温の経日変化

接触消化槽の水温については接触消化槽(No.2)の出口で測定した。水温の経日変化は図6-6-1に示すとおりである。日平均温度、日最大温度及び日最小温度についてほとんど差がなく、水温は安定しているが、時期(季節)による温度変動は大きい。今回の計測期間(8月14日～12月15日)においては水温が氷点下になることはなかった。

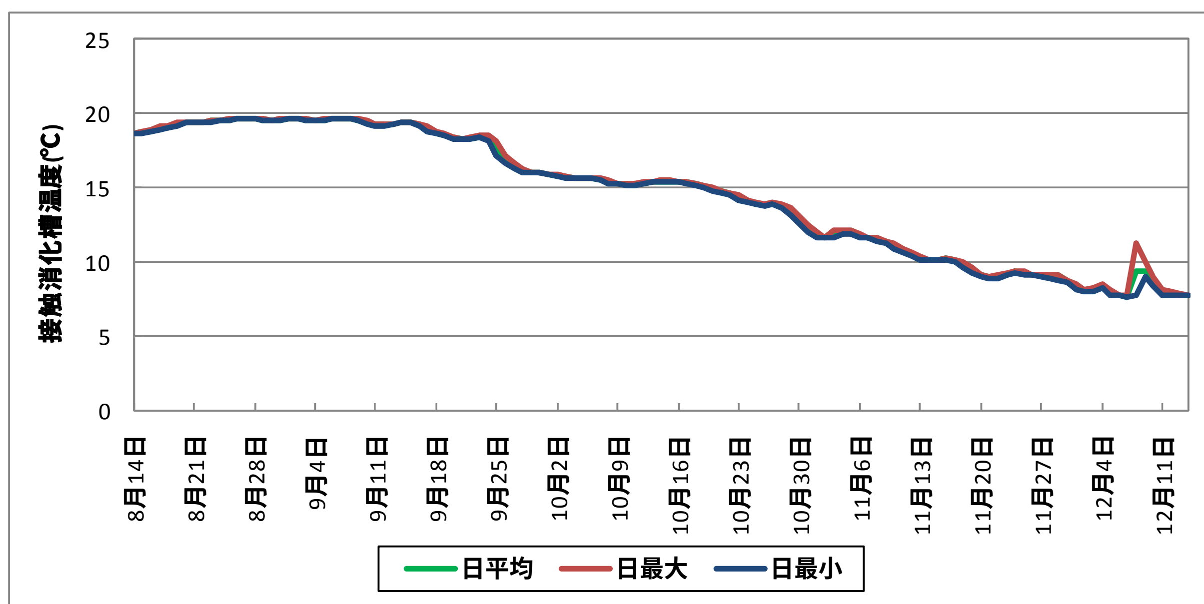


図 6-6-1　接触消化槽(No.2)における水温の経日変化

イ．土壌脱臭装置土壌温度の経日変化

土壌処理装置の土壌温度については土壌処理装置(No.1)の中央付近、深さ約40cm地点で測定した。温度の経日変化は図6-6-2に示すとおりである。接触消化槽とほぼ同様に日平均温度、日最大温度及び日最小温度についてほとんど差がなく、温度は安定しているが、時期(季節)による温度変動は大きい。今回の計測期間(8月14日～12月15日)においては温度が氷点下になることはなかった。

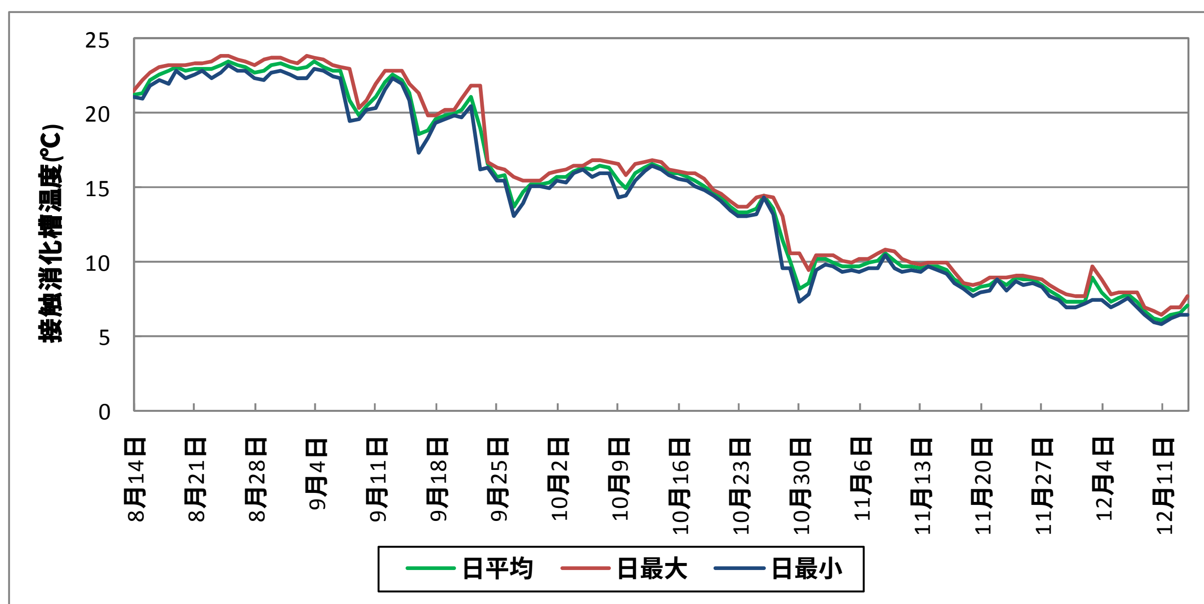


図 6-6-2　土壌処理装置における土壌温度の経日変化

ウ．外気温の影響について

外気温、接触消化槽液水温、土壌処理装置土壌温度の経時変化を図6-6-3に示す。接触消化槽液水温、土壌処理装置の土壌温度ともに外気温に影響を受けているが、温度の変動自体は緩やかであり、変動幅も外気温と比較すると小さい。11月中旬以降においては外気温が0℃以下になる時期もあったが、接触消化槽温度、土壌処理装置温度ともに5℃を下回ることはなかった。

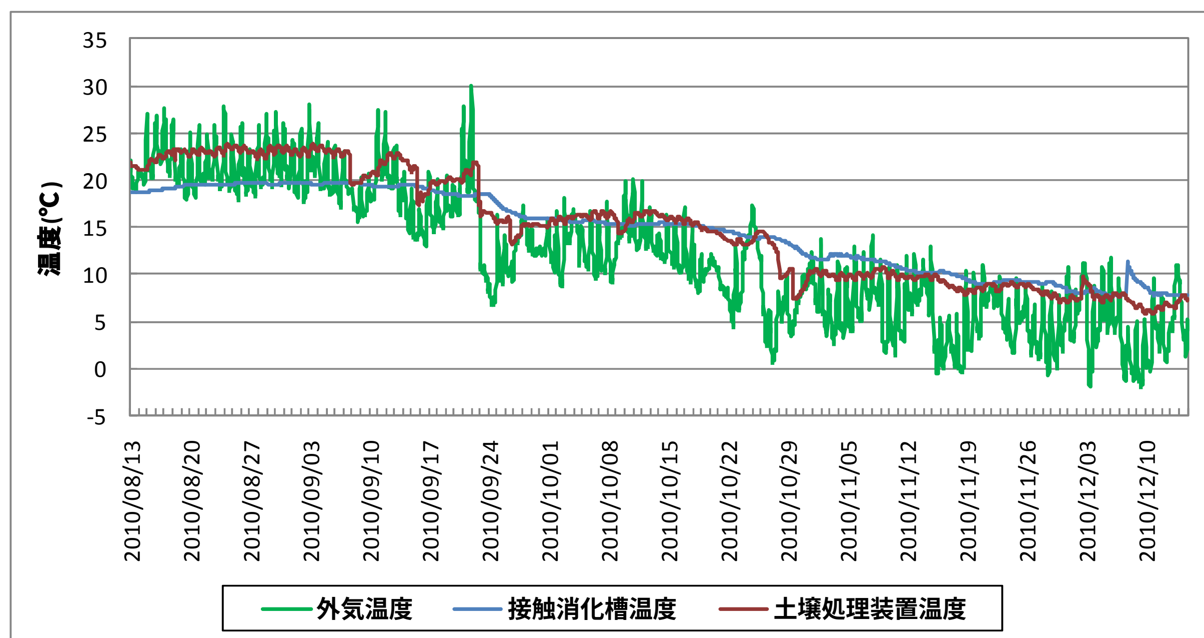


図 6-6-3　気温･消化槽水温･土壌温度の経時変化

（２）水質分析結果

現地調査時に採取した各水槽槽内液及び処理水(洗浄水)の分析結果は表6-6-1に示すとおりである。

表 6-6-1　現地調査時の水質分析結果一覧

試料名 / 分析項目		消化槽液					処理水（洗浄水）
		腐敗槽（兼便槽）	接触消化槽（No.1）	接触消化槽（No.2）	接触消化槽（No.3）	接触消化槽（No.4）	
採 取 月 日		12月15日	12月15日	12月15日	12月15日	12月15日	12月15日
採 取 時 刻		13:57	13:55	13:53	13:49	13:47	13:15
外観		茶色、茶色懸濁物あり	茶褐色、黒色懸濁物あり	茶褐色、黒色懸濁物あり	茶褐色、黒色懸濁物あり	茶褐色、黒色懸濁物あり	淡黄色
臭気		強烈なし尿臭	強烈なし尿臭	強烈なし尿臭	強烈なし尿臭	強烈なし尿臭	土臭
水温	(℃)	9.2	8.2	7.8	7.9	7.8	12.4
ｐＨ		8.4	8.3	8.3	8.3	8.3	6.9
電気伝導率	(mS/m)	3,700	3,500	3,400	3,300	3,200	150
透視度	(度)	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	100以上
浮遊物質	(mg/L)	180	2,100	1,100	550	2,100	5未満
ＢＯＤ	(mg/L)	2,700	3,400	2,700	1,900	2,900	5.4
ＣＯＤ	(mg/L)	1,700	3,100	2,100	1,600	2,400	10
全窒素	(mg/L)	5,200	5,000	4,600	4,600	4,500	150
アンモニア性窒素	(mg/L)	4,600	4,300	3,900	4,000	3,700	44
亜硝酸性窒素	(mg/L)						0.1
硝酸性窒素	(mg/L)						98
全りん	(mg/L)	250	440	300	250	300	1.1
色度	(℃)						10
塩素イオン	(mg/L)	3,100	3,000	2,800	2,700	2,600	110
大腸菌群数	(個/mL)						30未満

※ｐＨ欄の(　)中の数値は測定時の水温。

ア．水温

各水槽の水温測定結果は表6-6-2に示すとおりである。接触消化槽の水温は概ね8℃程度で大差ないが、便槽及び洗浄水の水温が接触消化槽液の水温と比較してやや高い。便槽及び洗浄水槽は容量も大きく、かつトイレ室内(下部)にあることから、屋外設置の接触消化槽と比較して外気温の影響を受けないと推測される。

表 6-6-2　水温測定結果

試料名＼項目	経年実証試験 平成22年12月15日 (℃)	新規実証試験 平成17年9月12日 (℃)
便槽(兼消化槽)	9.2	19
接触消化槽No.1	8.2	―
接触消化槽No.2	7.8	―
接触消化槽No.3	7.9	―
接触消化槽No.4	7.8	19
処理水(洗浄水)	12.4	19

イ．透視度

各水槽の透視度測定結果は表6-6-3に示すとおりである。処理水の透視度は100度以上と良好な結果が得られている。接触消化槽液については透視度がほとんど得られていないが、参考データ(参考資料②：神奈川県が実施した調査や自主分析の結果。以下、「参考データ」という。)によれば、接触消化槽No.4において数cm程度の透視度が得られる場合も認められている。

表 6-6-3　透視度測定結果

試料名＼項目	経年実証試験 平成22年12月15日 (度)	新規実証試験 平成17年9月12日 (度)
便槽(兼消化槽)	1未満	1.0
接触消化槽No.1	1未満	―
接触消化槽No.2	1未満	―
接触消化槽No.3	1未満	―
接触消化槽No.4	1未満	1.5
処理水(洗浄水)	100以上	50以上

ウ．希釈倍率(塩素イオン)

本技術のメインである土壌処理装置は雨水の混入による希釈が避けられない構造であることから「6-2.稼動条件・状況」では、土壌処理装置への流入内訳(降雨量と汚水量)から希釈倍率を算出した。ただし、土壌処理装置内では雨天時の希釈がある反面、好天(晴天、湿度低)時には水分の蒸発散によって逆に濃縮作用が働き、希釈と濃縮が繰り返されている状況と考えられる。そこで、各検体の塩素イオン濃度を使用し、試料採

取時における希釈倍率を算出した(表6-6-4)。接触消化槽についてはほとんど希釈は認められず、土壌処理装置においては28倍の希釈が認められた。

塩素イオン濃度は新規実証試験時の結果と比較すると全体的に高濃度となっており、また、し尿の一般的な性状※1や他の非水洗トイレ便槽液※2と比較しても高濃度である。土壌処理装置における蒸発散や処理水(洗浄水)の循環等による濃縮効果と考えられる。塩素イオンの濃縮効果が認められていること等から、水分の蒸発散は良好に機能していると推測され、系外への汚水流出の可能性は低いと考えられる。

※《参考》
※1：汚泥再生処理センター等施設整備の計画設計要領：2,100mg/L(平均値)
※2：平成21年度環境技術実証事業(山岳トイレ分野)に関する実証機関業務(その1)完了報告書：950～1,200mg/L

表 6-6-4 塩素イオン濃度及び希釈倍率

項目 / 試料名	経年実証試験 平成22年12月15日		新規実証試験 平成17年9月12日	
	Cl^-濃度 (mg/L)	希釈倍率 (倍)	Cl^-濃度 (mg/L)	希釈倍率 (倍)
便槽(兼消化槽)	3,100	―	2,000	―
接触消化槽No.1	3,000	1.0	―	―
接触消化槽No.2	2,800	1.1	―	―
接触消化槽No.3	2,700	1.1	―	―
接触消化槽No.4	2,600	1.2	1,400	1.4
処理水(洗浄水)	110	28.2	200	10.0

エ．ＢＯＤ及びＣＯＤ

各水槽液、処理水におけるBOD、CODの分析結果は表6-6-5及び図6-6-4～6-6-5に示すとおりである。消化槽ではほとんど除去効果は得られていないが、接触消化槽はトレンチの目詰まり防止としてSS等の異物を除去するのが主目的であることを考慮すると、接触消化槽でのBOD及びCOD除去は付加的な位置づけであると考えられる。現地調査時は接触消化槽においてはBOD及びCODの除去効果がほとんど得られない状況であったが、土壌処理装置においてBOD除去率が94%、COD除去率が83%得られた。

また、処理水(洗浄水)のBOD濃度は5.4mg/Lであり、設計値(10mg/L)を満足する良好な結果であった。

表 6-6-5　分析結果(BOD、COD)

項目 試料	経年実証試験 平成22年12月15日						新規実証試験 平成17年9月12日			
	BOD			COD			BOD		COD	
	分析値 (mg/L)	無希釈換算 (mg/L)	除去率 (%)	分析値 (mg/L)	無希釈換算 (mg/L)	除去率 (%)	分析値 (mg/L)	無希釈換算 (mg/L)	分析値 (mg/L)	無希釈換算 (mg/L)
便槽(兼消化槽)	2,700	―	―	1,700	―	―	220	―	690	―
接触消化槽No.1	3,400	3,513	―	3,100	3,203	―	―	―	―	―
接触消化槽No.2	2,700	2,989	―	2,100	2,325	―	―	―	―	―
接触消化槽No.3	1,900	2,181	―	1,600	1,837	―	―	―	―	―
接触消化槽No.4	2,900	3,458	―	2,400	2,862	―	570	814	360	514
処理水(洗浄水)	5.4	152	94.4	10.0	282	83.4	28	280	87	870

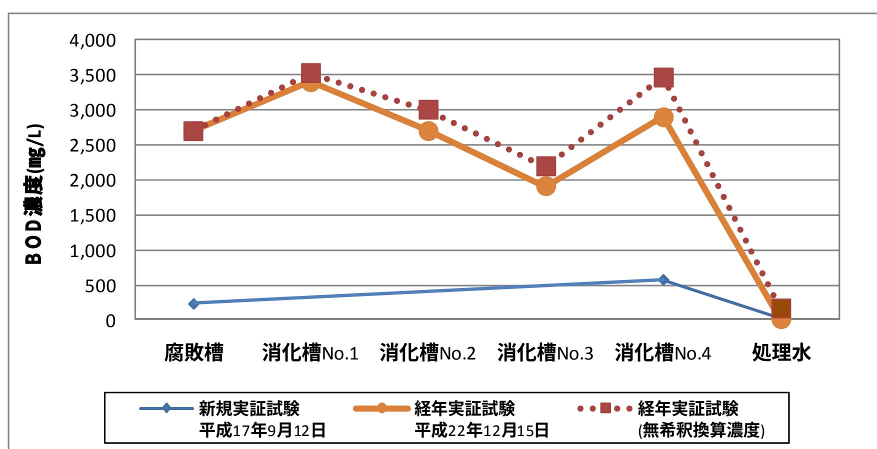


図 6-6-4　各槽のBOD推移

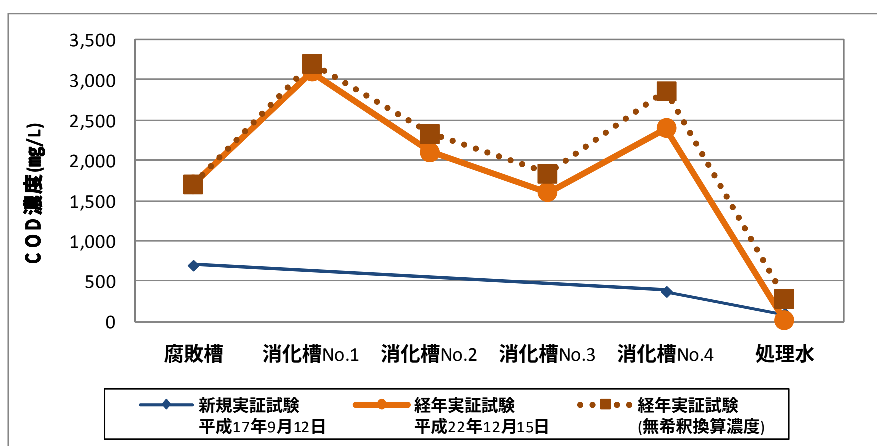


図 6-6-5　各槽のCOD推移

オ．窒素

各水槽液、処理水における窒素の分析結果は表6-6-6及び図6-6-6～6-6-7に示すとおりである。本装置は積極的な窒素除去を見込んだ設計ではなく、本実証試験においても窒素の除去効果は低かった。ただし、処理水の窒素形態をみると65%が硝酸性窒素であり、土壌処理装置においては窒素の硝化が進行していることを考慮すると、土壌処理装置内において一時的に脱窒素条件(一時的な嫌気状態、部分的な嫌気ゾ

ーン等)が整うことは十分考えられる。

表 6-6-6　分析結果(全窒素)

試料 ＼ 項目	経年実証試験 平成22年12月15日			新規実証試験 平成17年9月12日	
	分析値 (mg/L)	無希釈換算 (mg/L)	除去率 (%)	分析値 (mg/L)	無希釈換算 (mg/L)
便槽(兼消化槽)	5,200	ー	ー	3,000	ー
接触消化槽No.1	5,000	5,167	ー	ー	ー
接触消化槽No.2	4,600	5,093	ー	ー	ー
接触消化槽No.3	4,600	5,281	ー	ー	ー
接触消化槽No.4	4,500	5,365	ー	3,100	4,429
処理水(洗浄水)	150	4,227	18.7	340	3,400

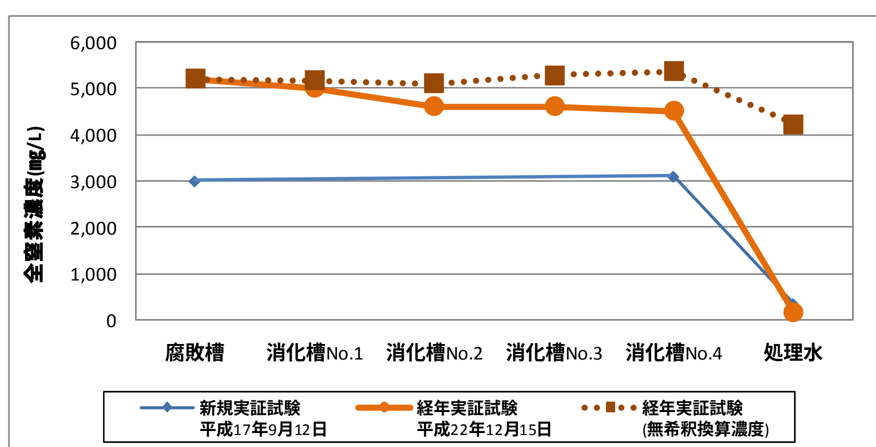


図 6-6-6　各槽の全窒素推移

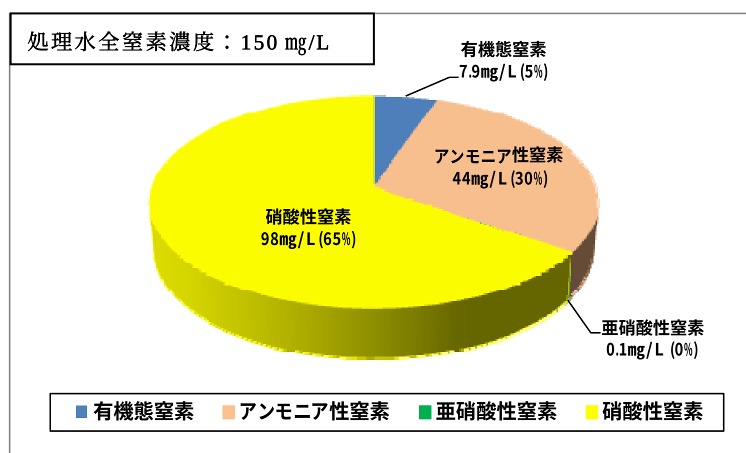


図 6-6-7　処理水の窒素形態

カ．全リン

各水槽液、処理水における窒素の分析結果は表6-6-7及び図6-6-8に示すとおりである。装置全体で80%以上のリン除去率が得られている。ただし、リンは生物処理のみで完全に除去(消滅)させることはできないため、土壌による吸着効果が大きいと考え

られる。経年的には土壌中に蓄積していることが考えられるが、土壌処理装置土壌におけるリン酸吸収係数の分析結果は高い数値を示しており、リン(リン酸)の吸着能力は現状において十分有していると推測される。

表 6-6-7　分析結果(全リン)

項目 試料	経年実証試験 平成22年12月15日			新規実証試験 平成17年9月12日	
	分析値 (mg/L)	無希釈換算 (mg/L)	除去率 (%)	分析値 (mg/L)	無希釈換算 (mg/L)
便槽(兼消化槽)	250	―	―	―	―
接触消化槽No.1	440	455	―	―	―
接触消化槽No.2	300	332	―	―	―
接触消化槽No.3	250	287	―	―	―
接触消化槽No.4	300	358	―	―	―
処理水(洗浄水)	1.1	31	87.6	―	―

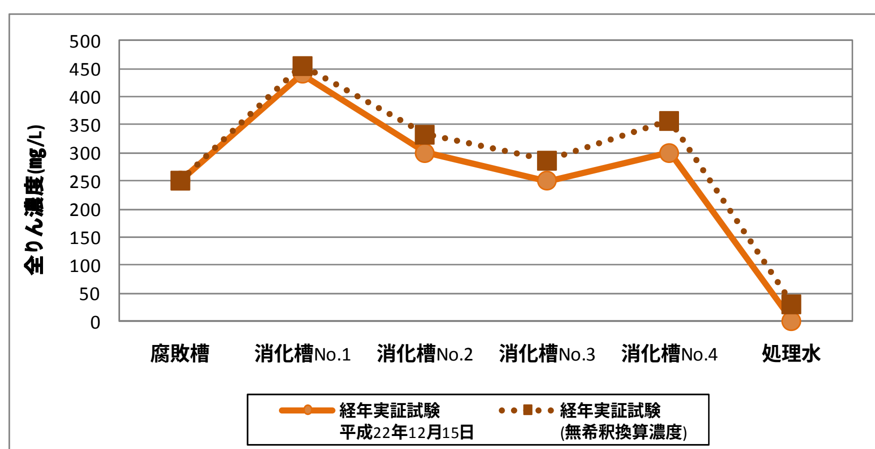


図 6-6-8　各槽の全リン推移

キ．大腸菌群数

処理水(洗浄水)に大腸菌群は認められなかった。なお、本実証試験結果のほか、新規実証試験結果や参考データにおいても、処理水において大腸菌群はほとんど認められていない。

(3) 土壌分析結果

現地調査時に採取した土壌処理装置(No.1及びNo.2)内の土壌の分析結果は表6-6-8に示すとおりである。土壌処理装置No.1の方が土壌処理装置No.2と比較してでやや高濃度という結果が得られた。土壌処理装置への汚水移送は両系列への均等移送が原則であるが、接触消化槽液の分岐装置に目詰まりが発生した経緯があり、土壌処理装置への汚水移送量に偏りが生じたことが予想されている。各系列分析結果の相違は汚水流入量の偏りが原因と考えられる。現在では、分岐装置を改良しており(予備調査結果：31頁)、各系列への確実な均等移送がされている。

表 6-6-8　現地調査時の土壌処理装置分析結果一覧

分析項目 ＼ 試料名		土壌処理装置土壌	
		土壌処理装置 No.1	土壌処理装置 No.2
採 取 月 日		12月15日	12月15日
採 取 時 刻		13:22	13:30
溶出試験	ｐＨ	7.9	7.0
	塩化物イオン　(mg/L)	4.1	0.8
	硝酸性窒素　(mg/L)	4.3	0.2
	電気伝導率　(mS/m)	19	2.3
	全　り　ん　(mg/L)	0.1未満	0.1未満
リン酸吸収係数		23.2	19.8

表層より深さ40ｃｍの土壌を採取した。

単位：$gP_2O_5kg^{-1}$

6-7.実証試験結果のまとめ

(1) 稼動条件・状況

ア. 利用者数

測定期間(平成21年12月～平成22年12月)における平均使用回数は78回/日で平常時の処理能力(100回/日)を満足していた。利用集中についてはゴールデンウィーク時と冬期(11～12月)に認められたが、集中時の処理能力(400回/日)を超えることはなかったと考えられる。ゴールデンウィークの利用集中は一時的なものであったが、冬期の利用集中については、ほぼ定常的に平常時の処理能力を超える状況であった。冬期の利用集中は例年どおりの傾向であるが、今年は新聞やテレビで紹介された効果もあり、特に利用者が多かったとのことである。今後の利用者数の動向には留意が必要と考えられる。

イ. 気象条件(気温、湿度、大気圧、降雨量)

実証申請者が提示する実証装置の仕様によれば適正稼動が可能な気温は、洗浄水凍結等の観点から0℃以上となっているが、12月には最低気温が0℃を下回る日が認められている。また、本実証試験で計測した期間以外にも(1月～2月)、最低気温が0℃を下回ることは推測される。本装置では、冬期においてはトイレ室内を灯油ヒーターで適宜加温することで洗浄水の凍結防止を図り、冬期での使用を可能としている。

本装置は構造上、雨水の混入が避けられない技術である。雨水の混入は土壌処理装置における水量負荷を増加させる要因であるが、雨水の混入による適度な希釈効果によって処理効率が向上することも考えられる。想定を超えた雨水が混入するのであれば別であるが、ある程度の雨水混入を見込んだ技術と考えられる。平成22年4月から12月における平均雨量は7.8(mm/日)で、100(mm/日)を超えた降雨量が認められたのは2日(9/8、9/23)のみであった。

ウ. 汚泥堆積状況

各便槽(男子用、女子用)における汚泥の堆積量は、男子用便槽が10cm、女子用便槽が7cmで、ともにメーカーの示す要汚泥引抜の指標(便槽液位の約半分:40～50cm)には達していなかった。

エ. 水補充状況

本装置は処理水を洗浄水として再使用するシステムであり、基本的に補給水は必要としない。実証試験期間中に洗浄水ポンプの故障が2回(8月、10月)発生し、その際洗浄水タンクの水位が低下したため、維持管理者が20L程度(約10L×2回)の水を補給した。

ポンプ故障の要因は、8月が落雷、10月は突発故障である。ポンプは消耗品との位置づけであり、耐用年数の目安は稼動時間で約500時間、使用年数で3～4年として

いる。洗浄水ポンプは使用開始してから3年を経過していたため、耐用と判断して更新した。

オ．資材(酵素材)使用状況

酵素材は分解酵素と消臭酵素があるが、それぞれ、維持管理マニュアルに従い規定量を投入した。投入頻度は1回/月であり、投入量は1穴あたり分解酵素が80g/回、消臭酵素が240g/回である。

(2) 維持管理性能

ア．維持管理作業

日常管理作業、専門管理作業ともに作業性について支障はなかった。

イ．トラブル対応

洗浄水ポンプの故障が2回発生(落雷、突発故障)した。ただし、使用年数等からみてポンプは耐用に達していたと判断され、トラブルとは意味合いが異なる。

(3) 室内環境

ア．気温・湿度

トイレ室内の気温は外気温度に影響されているが、冬期の外気温低下時におけるトイレ室内温度の低下は比較的緩やかであり、ある程度の保温効果が得られている。また、冬期(1～2月)においては洗浄水の凍結防止対策として、灯油ヒーターを一定時間焚いている。実証試験内に測定した結果ではトイレ室内の温度が0℃を下回ることはなかった。

イ．利用者アンケート

アンケートの回答者のほとんどが宿泊客ということもあり、昼間使用と夜間使用の観点から回答が分かれた。昼間使用の観点からは概ね「許容範囲」、夜間使用の観点からは「明るさ」や「洗浄水」について「暗い」または「確認できない」の回答が多かった。全体的には「改善すべき」との回答は少なく、利用者からは良い評価を得ていると考えられる。

(4) 周辺環境への影響

新規実証試験報告書の内容と維持管理者からのヒアリング等も考慮して検討した結果、経年的な使用による土壌の改変は認められないと判断される。

また、土壌処理装置近傍(約10cm地点)と比較土壌(約10m地点)とでは有意な差が認められないことから、周辺環境に与える負荷は極少ないと判断される。

（５）処理性能

ア．接触消化槽液水温・土壌処理装置土壌温度

接触消化槽液の水温と土壌処理装置の土壌温度を測定し、経時変化を測定した。ともに日平均温度、日最大温度及び日最小温度はほとんど差がなく、水温は安定している。外気温の影響を受けるため時期(季節)的な変動は大きいが、変動自体は緩やかであり変動幅も外気温と比較して小さい。11月中旬以降について外気温が0℃以下になる時期もあったが接触消化槽液や土壌処理装置土壌はともに5℃を下回ることはなかった。

イ．水質分析結果

現地調査及び試料の採取は平成22年12月15日に実施した。この時期は定常的に平常時の処理能力(100回/日)を超えていた利用集中時に相当する。便槽及び各接触消化槽(No.1～No.4)液は水質的に有意な差は認められず、接触消化槽においてほとんど除去効果は得られていなかった。利用集中時以外の時期に調査した参考データ(参考資料②)によれば、接触消化槽においてある程度のBOD等除去効果が得られており、今回の結果は利用回数が多かったことが要因と考えられる。ただし、接触消化槽はトレンチ目詰まりの原因となる異物を除去することが主目的であり、BODやCOD等の除去は想定していないため、接触消化槽においてBOD等の除去効果が得られなかったからといって全体の処理性能が悪化する訳ではない。処理の主体は土壌処理装置であり、土壌処理装置の機能維持が重要である。土壌処理水(洗浄水)のBOD濃度は5.4mg/Lと設計条件(10mg/L)を満足しており、定常的に100～200回/日の利用回数がある厳しい条件ながら、良好な処理機能を維持していた。

リンについては土壌処理装置において88%の除去率が得られた。リンについては土壌による吸着効果が大きいと考えられるが、土壌処理装置土壌のリン酸吸収係数分析結果から判断して、現状においてもリンの吸着能力は十分有していると推測される。ただし、リンの吸着能力は経年的に低下することも予想されるので、留意が必要である。

ウ．土壌分析結果

土壌処理装置の土壌はNo.1とNo.2において差が認められた。接触消化槽液の分岐装置目詰まりにより、両系列への汚水均等移送がなされなかったものと推測される。現在では分岐装置の改良により目詰まり等の問題は解消され、両系列への汚水均等移送が図られている。

７．本装置導入に向けた課題

7-1.設置条件に関する留意点

（１）自然条件からの留意点

① 本装置は、雨水、太陽エネルギー、土壌微生物等を有効に利用して汚水を浄化するシステムである。微生物の浄化作用は温度(気温･地温)に影響を受けるため、想定される気温等を十分に検討しておく必要がある。また、凍結が懸念される冬期にも簡易水洗として利用する場合は、循環水の凍結防止に留意する。

② 供用開始時までに土壌処理槽や便槽等に一定量の初期水を張る必要がある。そのため、事前の雨水貯留等、水の確保方法に留意する。

③ 土壌処理装置設置のために比較的大きな面積が必要になる。また、特殊土壌を客土として搬入するため、周辺植生などに影響を与えないように留意する。

④ 土壌処理部分の表層から多量の雨水が流入した場合、それに伴って処理機能も変動する可能性がある。土壌処理部分以外の地表から雨水が流れ込まないようにするなど、雨水調整機能に留意する。また、短期間に大量の雨水が土壌処理装置に浸透した場合等にはオーバーフローの可能性も否定できない。気象条件については事前に十分調査したうえで土壌処理装置の設計をする必要がある。

⑤ 土壌処理部に積雪が想定される場合は土壌層およびトレンチ等の設備の圧迫や蒸発散機能への支障が生ずる可能性が懸念される。設置場所などについても工夫することが望ましい。

（２）社会条件からの留意点

① 本装置において、便槽は可溶化を促すとともに流量調整機能としての役割も担うことが考えられるため、利用変動が大きい場合は便槽の設計に留意する。

② 使用済みペーパーの分別は、汚泥蓄積や処理水の濁りの軽減に有効と考えられるが、分別したペーパーの処理･処分や利用者の理解を得るために工夫が必要となるため、運用方法について留意する。

（３）インフラ整備条件からの留意点

① 水や電気が十分確保できない場所でも導入することが可能な処理方式である。ただし、現地の土壌が利用できない場合は多くの土壌を山麓から持ち込まなければならないため、土壌の輸送方法等に留意する(本装置ほとんどの実績が外部持ち込みの人工土壌である)。

② 長期間使用することで汚泥の蓄積、土壌の交換の必要性が生じる可能性もあるため、その場合の対策に留意する。

7-2.設計、運転、維持管理に関する留意点

① 本装置に限ったことではないが、建物の設計をする上で、トイレ内清掃水の排水口の

設置、厳しい自然環境を配慮した素材の選定、扉開閉の操作性、登山靴に付着して持ち込まれる泥の除去方法などについて配慮する。

② 処理の心臓部である土壌中の散水管に関して、分岐点や配管途中において点検ができようにするなど、処理水や地下浸透水の性状や流入状況の確認方法に留意する。

③ 施工の際の漏水やレベルチェック等は、本来施工完了時点で行うべきものである。しかし、初期水を雨水等の自然水に頼る場合が多い本装置は、一度に十分な用水が確保できない事例が多く、これらのチェックが容易でない。このような場合は、少なくとも使用開始後に全水槽が満水に達した時点で、装置の施工にかかわる異常の有無を確認することが必要である。発注者は契約段階においてこれらを明文化し、施工にかかわるトラブルを防止することが必要である。

④ 維持管理面では、点検作業性を重視し、便槽、接触消化槽、土壌処理槽に関して水質・目詰まり点検、充填材の交換、汚泥の引き抜きなどの作業が容易に出来るよう、各槽の構造に留意する。

⑤ 洗浄水タンクにおける水量確認は日常維持管理として必要になるため、簡単に確認できるよう、タンクの構造や点検方法に留意する。

⑥ 便槽から汚泥が流出しないように便槽を管理することが求められる。また、消化・消臭酵素の使用に関しては、効果的な投入量・頻度について留意する。

⑦ 洗浄水の凍結が懸念される冬期には、便皿を開固定とし、非水洗方式として使用することも可能であるが、その際は便器の汚れの問題がより深刻となる。そのため、掃除の作業性や利用者への快適性を考慮し、便器の素材や形状、足踏みポンプの操作性や設置位置、効果的な保温対策等に留意する。

⑧ 豪雨時等には、土壌処理水が雨水浸透槽を経由して地下浸透する可能性が否定できないためため、雨水浸透槽への流入水量・水質等を確認できる構造、体制に留意する。

８．課題と期待

（１）冬期の使用について

ア．凍結防止

本装置は処理水を便器洗浄に循環使用する簡易水洗ﾄｲﾚである。このため、洗浄水凍結の観点から、適正稼動が可能な気温として0℃以上と設定されている。今回の実証装置設置場所は冬期には最低気温が0℃を下回る場所であるが、洗浄水の凍結防止等を目的として冬期(1～2月)には一定時間灯油ﾋｰﾀｰを焚くなどして対応している。これにより、冬期間も含めた通年使用を可能としている。さらに、太陽熱を利用した保温壁(ソーラーウォール)のように保温効果に優れた壁材を使用することで、ﾋｰﾀｰ稼動時間の短縮(場合によっては不要)等も見込め、ランニングコストの低下が期待できる。

また、冬期使用に関するその他対処法として、洗浄水関連設備の水抜きを実施し、便器を開放型(重さによって開閉する便皿を開固定)とすることで非水洗ﾄｲﾚとして使用する事例がある。

イ．処理効率の低下

本装置は微生物による生物処理方式であり、接触消化槽内の水温及び土壌処理装置内の温度を適温に保持することが必要で、実証申請者の提示する適温(0℃以上)に保持することはもとより、温度の変動も可能な限り少ないことが望まれる。前述したように今回の実証装置設置場所は冬期には最低気温が0℃を下回る場所であるが、洗浄水の凍結防止等を目的として冬期に灯油ﾋｰﾀｰを焚くなどして通年使用を可能としている。ただし、気温の低下に伴って各水槽液の水温や土壌処理装置の地温等も低下し、微生物の活性低下による処理機能の低下が懸念される。さらに、本実証場所は処理効率の低下が見込まれる冬期に利用者が増える条件であることから、冬期の運転には特に留意する必要がある。

（２）利用の集中について

本装置の運用において最も留意すべき事項はオーバーユースである。本装置については集中時処理能力として400回/日が設計されているが、これはあくまで一時的な状態を想定したものであり、装置の安定稼動のためには平常時の処理能力(100回/日)が基本となる。本実証試験において利用集中はゴールデンウィーク時期及び冬期に認められた。うち、ゴールデンウィーク時期は最も多くの利用が認められたが、翌週には平常時の処理能力を下回るなど、利用集中は一時的なものであり、大きな影響はなかったものと推測される。

一方、冬期における利用集中については、定常的に平常時の処理能力を超える状態であった。今回の実証試験(試料採取)はこのように大変厳しい利用条件下にて行われたが、本装置は比較的余裕を持った設計であることもあり、良好な処理機能が得られていることが確認された。ただし、オーバーユースによって接触消化槽液の水質が悪化し、土壌

処理装置への負荷が増加することは心得ておくことが必要である。

今年は鍋割山がテレビや新聞等で紹介されたこともあり、例年になく登山客が多かったとのことである。今後の登山客の動向については十分留意必要である。

(２) 酵素剤の投入量について

本装置において使用する酵素剤は分解酵素と消臭酵素の2種類で、ともに原則1回/月の頻度で一定量を投入している。トイレ室内のにおいや汚泥堆積量等からみて、酵素の効果は十分発揮されていると考えられる。本装置に限らず山岳トイレは利用者の変動が大きいのが特徴であるが、こうした利用状況に伴って酵素投入量を調整することについて検討するとよいと考えられる。例えば、利用者数が少なく処理が安定している時期は消臭酵素の削減が可能とも考えられるし、逆にピーク等の利用条件が厳しい時期には分解酵素を多めに使用する必要性も考えられる。酵素剤投入量を適宜調整する運転について検討し、これにより効率的な運転が可能ならば、その指標等について維持管理要領書に記載することが望ましい。

(３) 洗浄水タンクの液位確認について

簡易水洗トイレにおいて、洗浄水の不足はトイレ(便器)の汚損要因となり、トイレを清潔に保つ意味で重大な問題となる。洗浄水の確保は非常に重要な要素である。

また、本実証試験期間中に洗浄水ポンプの故障が2回発生した。1回目は落雷による故障、2回目は突発的な故障である。洗浄水ポンプは連続運転する制御ではなく、実際は停止している時間が長いことから、ポンプ稼動状況のチェックにおいて最も確実な方法は洗浄水タンクの液位を確認する方法である(今回のポンプ故障も維持管理者が洗浄水タンクのマンホールを開けて液位が下がっていることを確認したことで判明した。)。

これらのことより、洗浄水確保の確認という観点からも洗浄水ポンプ故障の早期発見という観点からも、洗浄水タンクの液位確認は維持管理において重要な作業と考えられる。

本装置の洗浄水タンクはトイレ内にあり、美観や臭気等に配慮してマンホール蓋が二重構造となっているが、維持管理面からみると作業がやや困難である。洗浄水タンク液位を簡便に確認する方法等について検討することが望ましい。

(４) ソーラーパネル活用におけるデータ収集について

本装置では洗浄水ポンプの電源としてソーラーパネルを使用している。ソーラーパネルの活用にあたっては稼働率等を算出するのに気象データ等が重要な指標となる。本装置設置場所の鍋割山には神奈川県が設置した気象観測装置があり、気温や雨量、風速等を観測しているが、日射関係(強度、積算等)のデータもソーラーパネル活用のための重要な指標となるため、観測を検討することが望ましい。

（５）定期的な処理性能確認ついて

今回の経年実証試験のおいては、6年前の新規実証試験時と比較しても大差ない良好な処理性能が得られていることが確認された。ただし、し尿の中には難分解性有機物や生物処理にて除去出来ないリンや塩素等も含まれており、これらの経年的な蓄積は当然予想される。今後も適時性能確認を実施することは重要と考えられる。

《参考資料①》

新規実証試験時(平成 17 年度)の分析結果

表 6-20　第 8 回試料分析結果

分析項目 ＼ 試料名	便槽兼消化槽 流出水	消化槽 流出水	地下貯水槽水	雨水浸透水	地下貯水槽水 近傍土壌
採　取　月　日	9月 12日	9月 12日	9月 12日	9月 12日	9月 12日
採　取　時　刻	10:35	10：30	10：20	12：50	13：05
水　温　（℃）	19	19	19	20	ー
pH	8.3	8.3	7.2	6.9	6.3
透 視 度　(度)	1.0	1.5	50以上	50以上	ー
浮 遊 物 質　（mg/L）	89	37	5未満	5未満	ー
B O D　（mg/L）	220	570	28	3.6	ー
C O D　（mg/L）	690	360	87	14	ー
全 窒 素　（mg/L）	3,000	3,100	340	160	ー
硝酸性窒素　（mg/L）	ー	ー	ー	ー	4.3mg/kg
色　度　（ 度 ）	1,500	1,500	100	20	ー
塩化物イオン　（mg/L）	2,000	1,400	200	100	10mg/kg
電気伝導率　(μS/cm)	23,000	23,000	3,100	2,100	ー
大腸菌群数　（個/mL）	200	0	1	80	ー
ふん便性大腸菌群数(個/㎖)	70	0	0	0	ー
臭 気	し尿臭（強）	し尿臭（強）	な　し	な　し	ー

※新規実証試験結果報告書(平成 18 年 3 月)より引用。

《参考資料②》

神奈川県山岳公衆便所維持管理適正化調査(平成20～21年度)の分析結果

水　質　等　試　験　結　果

（鍋割山：平成21年2月9日）

分析項目 ＼ 試料名		消化槽液		循環水	土壌		
		便槽	出口		消化槽周辺	土壌処理層	周辺土壌
採取月日		2月9日	2月9日	2月9日	2月9日	2月9日	2月9日
採取時刻		12:35	12:20	12:13	12:50	12:50	12:50
水質試験	水　温　(℃)	5.2	2.7	5.7	－	－	－
	ｐＨ	8.6(21)	8.4(21)	7.9(20)	－	－	－
	浮遊物質　(mg/L)	260	130	2.0	－	－	－
	ＢＯＤ　(mg/L)	1,700	970	3.4	－	－	－
	全窒素　(mg/L)	4,200	3,900	480	－	－	－
	塩化物イオン　(mg/L)	3,600	3,900	400	－	－	－
	臭気	強し尿	強し尿	弱腐敗	－	－	－
	透視度　(度)	1未満	1未満	115	－	－	－
	電気伝導率　(mS/m)	2,900	2,900	450	－	－	－
	硝酸性窒素　(mg/L)	20未満	20未満	210	－	－	－
	ナトリウム　(mg/L)	1,500	1,300	210	－	－	－
	全りん　(mg/L)	160	160	1.3	－	－	－
	大腸菌群数[一般]　(個/mL)	3,200	31	30未満	－	－	－
	大腸菌群数[糞便性]　(MPN/100mL)	49,000	0	0	－	－	－
溶出試験	ｐＨ	－	－	－	6.8(21)	7.9(21)	6.8(21)
	塩化物イオン　(mg/L)	－	－	－	1.0	1.0	1.0
	硝酸性窒素　(mg/L)	－	－	－	1.5	0.9	0.7
	ナトリウム　(mg/L)	－	－	－	1.6	0.9	0.6
	全りん　(mg/L)	－	－	－	0.1未満	0.1未満	0.1未満

※ｐＨ欄の(　)中の数値は測定時の水温。

※データ提供：神奈川県自然環境保全センター

《参考資料②》

水　　質　　等　　試　　験　　結　　果

（鍋割山：平成21年7月9日）

分析項目＼試料名		消化槽液		循環水	土壌		
		便槽	出口		消化槽周辺	土壌処理層	周辺土壌
採 取 月 日		7月9日	7月9日	7月9日	7月9日	7月9日	7月9日
採 取 時 刻		12:30	12:22	12:10	12:45	12:52	13:10
水質試験	水　温　(℃)	15.6	16.2	15.9	−	−	−
	ｐＨ	8.4(23)	8.5(22)	7.6(22)	−	−	−
	浮 遊 物 質　(mg/L)	95	28	2		−	−
	Ｂ　Ｏ　Ｄ　(mg/L)	2,200	1,300	50	−	−	−
	全　窒　素　(mg/L)	4,300	3,900	440	−	−	−
	塩化物イオン　(mg/L)	3,200	2,800	330	−	−	−
	臭気	強し尿	強し尿	弱腐敗	−	−	−
	透視度　(度)	1	1.5	86.5	−	−	−
	電気伝導率　(mS/m)	3,100	2,900	390	−	−	−
	硝酸性窒素　(mg/L)	20未満	20未満	220	−	−	−
	ナトリウム　(mg/L)	1,200	1,100	130	−	−	−
	全　り　ん　(mg/L)	180	160	1	−	−	−
	大腸菌群数 [一般]　(個/mL)	30未満	30未満	30未満	−	−	−
	大腸菌群数 [糞便性]　(MPN/100mL)	0	0	0	−	−	−
溶出試験	ｐＨ	−	−	−	6.4(21)	8.2(21)	6.7(21)
	塩化物イオン　(mg/L)	−	−	−	1.1	1未満	1.8
	硝酸性窒素　(mg/L)	−	−	−	1.3	0.3	1.4
	ナトリウム　(mg/L)	−	−	−	1.1	1	0.5未満
	全　り　ん　(mg/L)	−	−	−	0.1未満	0.1未満	0.1未満

※ｐＨ欄の(　)中の数値は測定時の水温。

※データ提供：神奈川県自然環境保全センター